



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



TESIS:

**RIEGO COMPLEMENTARIO POR EL MÉTODO DE SURCOS EN LA
PRODUCCIÓN DE PIJUAYO (*Bactris gasipaes* Kunth.) PARA
PALMITO EN EL SECTOR ACHUAL-MORALES**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ELISKA DEL CARMEN SÁNCHEZ VIENA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TARAPOTO - PERÚ

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

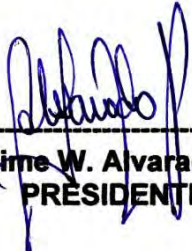
ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS:



**RIEGO COMPLEMENTARIO POR EL MÉTODO DE SURCOS EN LA
PRODUCCIÓN DE PIJUAYO (*Bactris gasipaes* Kunth.) PARA
PALMITO EN EL SECTOR ACHUAL-MORALES**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ELISKA DEL CARMEN SÁNCHEZ VIENA**


Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramírez
PRÉSIDENTE


Ing. M.Sc. Orlando Ríos Ramírez
MIEMBRO


Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
MIEMBRO


Ing. M.Sc. Julio Ríos Ramírez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por toda su bendición de cada día y por permitirme compartir las alegrías y los logros con mis seres queridos.

A mis queridos padres Hoiler y Herlinda, por la vida, por mi formación como persona y profesional; y siempre apoyarme en mis necesidades y sueños con mucha gratitud que con todo su amor, comprensión, cariño y sacrificio quienes me enseñaron a vivir una vida con ejemplo de humildad y honestidad.

A mis hermanos Hoiler Enrique y Zuleika del Carmen por el inestimable apoyo, colaboración, cariño y amistad.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A mi asesor Ing. M.Sc. JULIO RÍOS RAMÍREZ, por su apoyo, sabia orientación y por haberme permitido estar bajo su dirección en el desarrollo de la presente tesis.
- ❖ Al Ing. M.Sc. GUILLERMO VÁSQUEZ RAMÍREZ, Ex Gerente del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP, por la oportunidad brindada, por todo lo que significa en mi vida profesional y a todos los trabajadores de esta entidad, en especial al Ing. DANTER CACHIQUE HUANSI, por su gran amistad y consejos en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- ❖ Al Ing. M.Sc. LUIS ARÉVALO LÓPEZ, Gerente del IIAP, quien me brindó las facilidades para la realización de este trabajo de investigación, por su apoyo, sus conocimientos que fueron importantes para la culminación de este reto.
- ❖ Al Ing. Dr. JAIME W. ALVARADO RAMÍREZ, por su apoyo científico y valiosos consejos que hizo posible la culminación del presente trabajo, a la Bach. KATHERINE C. CELIS HERNÁNDEZ, por su valiosa amistad, apoyo moral, consejos y colaboración desinteresada. A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín.
- ❖ A los compañeros adscritos al IIAP y a la Facultad de Ciencias Agrarias, por su apoyo solidario e incondicional en gran parte de las actividades desarrolladas en el campo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
I. Introducción	01
II. Objetivos	03
III. Revisión de Literatura	04
3.1. Características del cultivo	04
3.1.1. Origen y distribución	04
3.1.2. Clasificación botánica	05
3.1.3. Morfología de pijuayo para palmito	05
3.1.4. Variedades	08
3.1.5. Requerimientos edafoclimáticos	09
3.1.6. Periodo vegetativo	11
3.1.7. Densidad de plantación	11
3.2. Riego	18
3.3. Riego en el cultivo de palmito.....	20
3.4. Cosecha	21
3.5. Indicadores para la cosecha de palmito	24
3.6. Rendimiento	26
3.7. Descripción del Pluviómetro	27
3.8. Métodos para medir la precipitación	27
IV. Materiales y Método	29
4.1. Materiales	29
4.1.1. Ubicación del campo experimental	29
4.1.2. Historia del campo experimental	30

4.1.3. Características del suelo	31
4.2. Metodología	32
4.2.1. Instalación del experimento.....	32
4.2.2. Conducción del experimento	34
4.2.3. Parámetros de evaluación	53
V. Resultados	57
5.1. Diámetro en la base del tallo	57
5.2. Altura de planta	58
5.3. Longitud de la hoja bandera	59
5.4. Longitud del palmito neto	60
5.5. Diámetro superior del palmito neto	61
5.6. Diámetro inferior del palmito neto.....	62
5.7. Peso palmito neto.....	63
VI. Discusión.....	65
VII. Conclusiones.....	75
VIII. Recomendaciones	77
IX. Resumen	78
X. Summary	79
XI. Referencias Bibliográficas.....	80
Anexos	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Clasificación de tallos de pijuayo de acuerdo al diámetro de la base del tallo a la cosecha	25
2. Datos Meteorológicos registrados durante el experimento de Julio 2006 a .. Julio del 2007	30
3. Resultados de Análisis físico-químico del suelo	31
4. Distribución de los tratamientos en el experimento	32
5. Análisis de varianza	33
6. Volumen programado en la en la frecuencia de riego	45
7. Rendimiento de palmito neto Kg/ha primera cosecha	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Captación del agua	34
2. Estanque de concreto	35
3. Llenado del tanque eternit 1 100 lts	35
4. Tanque eternit listo para el abastecimiento del riego	36
5. Vista de la parcela con los dos surcos respectivos	38
6. Aplicación de riego en 5 000 pl/ha	40
7. Aplicación de riego en 10 000 pl/ha	40
8. Pluviómetro artesanal	41
9. Vista del tratamiento T1	43
10. Vista del tratamiento T2	43
11. Vista del tratamiento T3	43
12. Vista del tratamiento T4.....	43
13. Vista Testigo 5000 pl/ha	43
14. Medida del diámetro a la base del tallo	47
15. Detalle de hijuelos presentes en la base del tallo	47
16. Estado de la hoja guía.....	47
17. Longitud de la hoja guía	47
18. Base de la hoja guía en el punto de inserción de la hoja joven expandida ...	48
19. Corte de las hojas	50
20. Determinación del cuello para facilitar el corte del tallo o estípite.....	50
21. Desvainado capa por capa	51
22. Tallo de palmito con dos capas que protegen el corazón	51
23. La longitud del tallo de palmito debe ser de 60 a 80 centímetros	52

24. Conteo y registro de tallos por tratamiento	52
25. Atado de tallos listos para su evaluación	52
26. Medición de la altura del tallo	54
27. Medición del diámetro en la base del tallo	54
28. Evaluación de los palmitos	55
29. Diámetro superior y inferior del palmito neto	55
30. Longitud y peso del palmito neto	55
31. Palmito neto	56
32. Prueba de Duncan para el diámetro en la base del tallo	57
33. Prueba de Duncan para altura de planta	58
34. Prueba de Duncan para longitud de la hoja bandera	59
35. Prueba de Duncan para longitud del palmito neto	60
36. Prueba de Duncan para diámetro superior del palmito neto	61
37. Prueba de Duncan para diámetro inferior del palmito neto	62
38. Prueba de Duncan para peso palmito neto	63
39. Peso palmito neto (Kg./ha)	64
40. Precipitación del patrón histórico 1976-2005 versus los datos obtenidos de la precipitación durante el desarrollo del proyecto	64
41. Longitud de la hoja guía entre 1,50 y 1,80	86
42. Estado de hoja bandera.....	86
43. Cosecha se realiza con machete	86
44. Eliminando las vainas	86
45. Tallo de palmito cosechado	87
46. Palmito industrial	87
47. Estados de desarrollo de las hojas guía y los palmitos correspondientes	87

I. INTRODUCCIÓN

El pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.) es una palmera importante de la región tropical, encontrándose en su estado silvestre y condición natural (Mora, 1983). Perteneciente a la familia Arecaceae, en la región amazónica, existen temporadas de cosecha de los frutos para el consumo alimenticio; así mismo, esta orientada hacia la utilización de palmito, que se suma a los sistemas de producción agrícola para consumirlo y comercializarlo (FONAIAP, 2000).

El palmito es el brote terminal tierno del pijuayo, producto aprovechable para la comercialización y consumo humano. En el año 1997 se inician los trabajos de establecimiento de plantaciones con fines de obtención de palmito en la Región San Martín, Provincias de Lamas y Tocache, en una superficie que no superaba las 200 ha. En la actualidad existen mas de 500 ha en producción pertenecientes a un total de 450 productores dedicados a la actividad a lo largo del corredor Pongo de Caynarachi – Yurimaguas (DPA-SM, 2005).

La planta del pijuayo es exigente en agua, es necesario que disponga durante su estado vegetativo, de manera natural se desarrolla en zonas con precipitación entre los 1 500 y 6 000 mm/año, y cultivado con frecuencia en áreas donde el rango de lluvias está entre 1 700 y 4 000 mm/año (TCA, 1996). Hay zonas en la Región San Martín que las precipitaciones no favorecen el cultivo de pijuayo para palmito, como por ejemplo en el Bajo Mayo, San José de Sisa y Huallaga Central.

En muchas regiones, el riego es una necesidad absoluta durante todo el proceso de desarrollo del cultivo; donde se cuenta con eventuales precipitaciones se practica aplicado para suplir el déficit de humedad en épocas de ausencia de las lluvias (FEDEALGO, 1987).

En tal sentido, es necesario optar por propuestas o alternativas, utilizando sistemas y técnicas en riego complementario, que nos permita completar el requerimiento de agua en el cultivo de pijuayo. En aquellas zonas que hay insuficiencia de precipitación, y obtener buenos resultados en cuanto a la producción y calidad del producto, el riego complementario tiene grandes expectativas para aumentar la productividad y fundamentalmente a acceder rendimientos. El presente trabajo de investigación busca determinar los volúmenes de agua que requiere el pijuayo en zonas de escasa precipitación, para la producción de palmito.

II. OBJETIVOS

- 2.1 Determinar el volumen de riego complementario por el método de surcos para la producción de palmito, en diferentes densidades de siembra; en el sector Achual – Distrito de Morales.
- 2.2 Evaluar el comportamiento agronómico del pijuayo para palmito mediante el riego complementario.
- 2.3 Comparar el patrón histórico de las precipitaciones 1976 – 2005 versus las precipitaciones registradas durante el desarrollo del proyecto.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

3.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Los tipos de pijuayo que se cultiva actualmente son el resultado de la domesticación de diferentes poblaciones silvestres por grupos humanos en diferentes localidades de América Tropical, muchos de los cuales tenían intercambio de mercancías, y posiblemente germoplasma, durante la época pre hispánico. Su origen múltiple y la segregación de los híbridos contribuyó a incrementar la gran diversidad que hoy se observa y que el nombre de *Bactris gasipaes* K. debe reservarse exclusivamente para los pejibayes cultivados que constituyen una especie sintética (Mora, 1983).

Clement (1988), sugiere un sólo lugar de origen en la Amazonía Occidental y que la variación observable se debe a la selección por los nativos, migración del germosplasma, adaptación a diferentes ecologías e introgresiones.

En la selva peruana se cultiva en los departamentos de Loreto, Madre de Dios, Ucayali y San Martín (TCA, 1996).

3.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Hernández (1994), reporta la siguiente clasificación botánica:

Reino: *Vegetal*

Clase : *Monocotiledónea*

Orden: *Principes*

Familia: *Arecaceae (Palmacea)*

Género: *Bactris*

Especie: *Bactris gasipaes* Kunth

3.1.3 MORFOLOGÍA DE PIJUAYO PARA PALMITO

Mora (1983), enfatiza desde el punto de vista práctico de la planta para su manejo agronómico en la producción de palmito, divide al pijuayo en tres sectores: la araña, el estípite o tallo y la copa o corona. La araña es una estructura compleja de cuyo buen manejo dependerá en gran medida la productividad de la plantación, esta comprende el sistema radical y los sectores cespitosos de los tallos o estípites, que constituye el cuerpo basal de la cepa. Los tallos o estípites pueden ser vistos como ramas de un árbol que ramifica solo en su porción inferior y por lo tanto la cosecha o corta de estos es una verdadera labor de poda. La porción apical del estípite es suave comestible y constituye el sector sólido del palmito. La copa o corona esta constituida por hojas en diferentes estados de desarrollo. Las hojas o frondas están formados por: la vaina, el pecíolo, las láminas o folíolos, nudo y entrenudos. Las vainas, o sectores básales de las hojas, que abrazan el tallo o estípite, envoltura son, cuando tiernas, el principal

constituyente del corazón del palmito, tienen forma cilíndrica y alargada por el lado que corresponde al pecíolo, la vaina es más gruesa y por el lado opuesto más delgado, el pecíolo es la parte de la hoja que se une con el tallo, los folíolos son cada una de las hojas que conforman la hoja compuesta, nudo parte del tallo y los entrenudos espacios entre los nudos. El 70% del corazón del palmito está constituido por las vainas de las hojas jóvenes, y el otro 30% por las láminas y pecíolos. El diámetro y la longitud del palmito están directamente relacionados con su rendimiento industrial y varían considerablemente con la variedad, el estado nutricional de la planta y el desarrollo de las hojas en el momento de la cosecha. El estado de desarrollo de la lámina de la hoja guía, es un indicador del desarrollo y textura de su vaina, la cual está correlacionada estrechamente con el rendimiento industrial del palmito. El mayor desarrollo de la hoja guía indica el máximo desarrollo de su vaina y aunque esta es ya fibrosa permite una mayor elongación de la siguiente vaina que es tierna y conforma el principal componente del corazón de palmito.

A) PALMITO

El aprovechamiento del palmito de pejibaye es de origen precolombino, la utilización como alimento es del extremo apical tierno de la palmera, se pierde en el laberinto histórico de los indígenas del trópico americano y dondequiera que haya la palmera (Mora, 1997).

Es la vaina de la vela mayor o sector apical del tallo conjuntamente con sus frondas embrionarias, es suave y de sabor agradable y constituye el sector de la planta de donde se extrae el palmito o corazón de palmera, el crecimiento del palmito está relacionado con el crecimiento de sus hojas (Moreno, 1997).

Los palmitos son los brotes terminales tiernos obtenidos de diferentes especies de palmeras. La parte comestible es el corazón de la palmera, de color blanco, crujiente y de sabor similar al de la nuez. De las miles de especies de palmera existentes, aproximadamente cien de ellas dan lugar a un palmito para su comercialización y consumo humano. La variedad de palmera que da lugar a esta hortaliza es el "pejibaye" (*Bactris gasipaes*), que se cultiva para la producción de palmito en Hawai, Cuba, Bolivia, Ecuador, Perú y Costa Rica. Estos palmitos son delgados y de color marfil, con textura suave y sabor dulce y delicado. Brasil es uno de los principales países productores y el que mayor cantidad de palmito exporta. La mayor parte de la producción proviene de la especie *Euterpe edulis* y de la *Euterpe oleracea*; los que proceden de esta última especie son más duros y gruesos. Ambas dan lugar a un palmito más amargo que la obtenida del pejibaye. Esto se debe a que ésta última es más dulce por poseer el triple de azúcares y menos amarga por contener menos taninos en su composición. Por otro lado, los palmitos obtenidos de las especies del género *Euterpe* poseen una textura menos firme debido a su

mayor contenido acuoso y a su menor cantidad de fibra (Bovi et al., 1987).

En cuanto a su valor nutritivo, el principal componente del palmito es el agua, seguido de los hidratos de carbono y en menor cantidad de proteínas, grasas, vitaminas y minerales. Los palmitos enlatados han sufrido un tratamiento térmico de esterilización que facilita y prolonga hasta un año su conservación. Sin embargo, este tratamiento también afecta a su valor nutritivo, principalmente a su contenido vitamínico, que se reduce totalmente. El palmito fresco contiene cantidades apreciables de vitamina C, folatos y vitamina B3, vitaminas sensibles al calor que se reducen a la mitad en el palmito enlatado. Del contenido en minerales, destaca el potasio (Córdoba, 1995).

3.1.4 VARIEDADES

Clement (1993), menciona que en cuanto a la variedad se refiere que tenemos 2 ecotipos: ecotipos con espina, ecotipos sin espina. En cada uno de estos ecotipos existen un sin número de variedades, esto debido a que la polinización en general es cruzada, dando características diferentes y en eso el aspecto a variedades es muy confuso e incompleto. En Costa Rica y América del Sur y probablemente en las áreas donde se cultiva esta palma no hay variedad bien definida, aunque los agricultores hablan de variedad según las características que presenta pudiendo ser estos los

siguientes: Pijuayo seco, Puca pijuayo, Wira pijuayo, Laja pijuayo, etc.

En estas variedades de pijuayo los colores básicos son: el rojo, el amarillo, pasando por distintas tonalidades, la cáscara o epicarpio pueden ser lisa, áspera o rayada, mientras que la pulpa o mesocarpio varia de rojo a incoloro, pudiendo ser fibroso, seco, harinoso, pastoso y suave.

Mora (1983), las plantas procedentes del cultivar Putumayo, que comprende parte de Colombia, Ecuador, Brasil y Perú son vigorosos, precoces y tiene pocas espinas o estas están ausentes. El híbrido Yurimaguas procedente de Perú, posiblemente tiene como uno de sus ancestros esta raza Putumayo de la cual se han obtenido selecciones para producción de palmito sin espinas que ya están a disposición de los agricultores.

3.1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

TCA (1996), manifiesta que el pijuayo tiene las siguientes condiciones edafoclimáticas:

a) Suelo

La planta esta adaptada a suelos ácidos, con bajo contenido de nutrientes, textura franco arenosa hasta arcillosa y bajo contenido de materia orgánica. En condiciones de bosque naturales las raíces toman los nutrientes de las capas de materia orgánica existentes sobre el suelo. Si bien esta adaptado a los suelos ácidos, produce mejor en suelos de mayor fertilidad.

Posiblemente los mejores suelos para cultivar el pijuayo sean los profundos, de textura media, permeables y con buen drenaje, en pendientes planas a ligeras y adecuado contenido de materia orgánica.

b) Clima

El pijuayo está adaptado a un gran rango de condiciones ecológicas, lo cual se evidencia en su amplia distribución en el trópico americano.

c) Temperatura

Las temperaturas adecuadas para el buen desarrollo del Pijuayo están entre los 24 y 28 °C, se conoce que se desarrolla normalmente en las condiciones de temperaturas medias de 25 °C o mayores, siempre que un adecuado suministro de agua.

d) Precipitación

Se encuentra en condición natural con mayor frecuencia en zonas con lluvia entre los 1 500 y 6 000 mm/año y es plantado con mejores resultados donde el rango de las lluvias está entre 1 700 y 4 000 mm/año. La distribución de las lluvias es muy importante; la planta tolera los períodos secos, pero cuando estos son mayores que tres meses, se produce un retardo en el crecimiento del tallo para palmito o una reducción en la fructificación.

e) Altitud

Desarrolla con buenos resultados en zonas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 1 200 m.s.n.m. en el Perú y Ecuador. Se cultiva en ambos lados de la cordillera de los Andes y en las costas de Océano Pacífico y del Atlántico.

3.1.6 PERIODO VEGETATIVO

TCA (1996), menciona que la planta es del tipo permanente. Después de trasplantada puede ser cosechada para obtener palmito entre los 16 a 18 meses. Cuando se deja continuar su crecimiento, iniciará la fructificación al cuarto año. En suelos con buena fertilidad, temperatura media mayor a 25 °C y precipitación pluvial igual a más de 2500 mm/año, bien distribuida, cerca del 30% de plantación podrá ser cosechada para palmito a los 15 meses, o iniciará la producción de frutos en el tercer año.

3.1.7 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Arroyo y Mora (1999), menciona que para la producción de palmito, la densidad de planta es uno de los factores, entre otros que más influencia tiene en la longevidad de la plantación. Esto por cuanto, no existe una distancia de siembra óptima permanente para todas las circunstancias en que se desenvuelve la actividad, tales como condiciones de suelo, distribución de la lluvia, luminosidad, temperatura, utilización de riego, fertilización, variedad y mercado a ser atendido. En las plantaciones con mayor densidad, el

inconveniente es que la producción decae con el tiempo, por el sombreado y también debido a la competencia entre plantas, además de limitar el desenvolvimiento de los hijuelos, aumenta la demanda por luz, agua y nutrientes. Mientras tanto las plantaciones con baja densidad el inconveniente es la baja productividad inicial. Por tanto la elección de las densidades a ser usadas en las plantaciones de pijuayo para palmito de forma sustentable, debe llevar en consideración las condiciones anteriores mencionadas.

TCA (1996), describe que las primeras recomendaciones de densidad de siembra se basaban en experiencias iniciales obtenidas en Costa Rica, con bajas densidades y buenos suelos, manejo agronómico y condiciones socio económicas y de mercado que varían en relación a los que se tienen en la Amazonía y con alguna variación adicional en el clima. El distanciamiento recomendado en Costa Rica era de 1,5 x 1,5 m (4 444 plantas/ha.) para suelos de buena fertilidad y de 2,0 x 1,5 m (3 333 plantas/ha.), para suelos de baja fertilidad (Mora 1983), o el distanciamiento de 2,0 x 1,25 m con 4 000 plantas/ha (Zamora, 1985). Las experiencias que se están obteniendo con experimentos instalados en la Amazonía en los últimos años indican que probablemente los mejores distanciamientos sean de 2 m entre hilera y 1 m entre plantas con una densidad de 5 000 plantas/ha, pudiendo el distanciamiento reducirse a 1,5 m entre hilera y aumentar a 1,5 m entre plantas con una densidad de 4 444 plantas/ha.

Zamora (1985), menciona que probablemente el factor de la densidad de siembra que se puede variar más fácilmente al planificar una plantación es la distancia entre hileras con la distancia de 1,0 m entre plantas, la distancia entre hileras puede variar entre 1,0 m (10 000 plantas/ha), 1,5 m (6 666 plantas/ha), 2,0 m (5 000 plantas/ha) y 2,5 m (4 000 plantas/ha). Los espaciamientos menores entre hileras permiten una mayor densidad de siembra con un mejor uso de la radiación solar durante el primer año, mayor distribución de raíces, probablemente con menor rendimiento por planta, pero mayor rendimiento por hectárea (consecuencia del mayor número de plantas/ha). La siembra con alta densidad requiere una mayor dosis de abonamiento, para reponer o mejorar el nivel de nutrientes en el suelo y ofrece dificultad para las operaciones de cosecha, especialmente en los tipos de pijuayo con espina, estas dificultades son menores en los tipos sin espina.

Zamora (1985), en un estudio realizado en Costa Rica en cuatro años de evaluación; sobre efecto del espaciamiento entre hileras y de la densidad de siembra en el rendimiento de palmito por planta; se utilizó diferentes densidades de siembra con dos distanciamientos entre hileras 2 x 1,25 m (4 000 plantas/ha), 1,50 x 1,50 m (4 444 plantas/ha), 2 x 1 m (5 000 plantas/ha) y 1,5 x 1 m (6 666 plantas/ha), con un sólo tallo por mata o sitio, y la distancia entre hileras de 2,0 m y 1.5 m, obtuviéndose 690, 675, 710, 670 gramos palmito por planta, se observó que aumenta el rendimiento de palmito en gramos por

planta conforme aumenta la densidad de siembra en las parcelas con hileras separadas cada 2,0 m mientras que en las parcelas con 1,5 m entre hileras, la tendencia es a disminuir el rendimiento. El mayor rendimiento se observó en el distanciamiento 2,0 x 1,0 m (5 000 plantas/ha), con 710 g/planta. Es decir, el rendimiento es mayor cuando el distanciamiento entre hileras es 2,0 m, con respecto al de 1,50 m. Pero la disminución en el rendimiento por planta observada al aumentar la densidad en las parcelas con 1,5 m entre hileras, es compensada por el mayor número de plantas por hectárea.

Chumbimune (1994), realizó un estudio en INIA, Iquitos, sobre Comparativo de cinco densidades de siembra, 10000, 6666, 4444, 3333, y 2500 plantas/ha; cuyo objetivo fue encontrar el efecto del distanciamiento entre hileras y entre plantas, y consecuentemente de la densidad de siembra, en la producción de palmito, cultivado en un suelo ácido, de baja fertilidad y sin abonamiento asociado con un cultivo de yuca, en el primer año de establecimiento, encontró efectos del distanciamiento en el rendimiento del palmito donde las densidades 10000, 6666, 4444, 3333, y 2500 plantas/ha; registraron 112, 132, 134, 145, 146 gramos; y el efecto en la longitud, 28,3; 30,3; 32,1; 33,5 y 31,8 centímetros, concluyó que rendimiento del palmito industrializable por tallo, es mayor en las parcelas de menor densidad y menor en las parcelas con mayor densidad, probablemente como consecuencia de la competencia entre plantas, las cuales no fueron compensadas con abonamiento. El mayor peso que se observa en los

palmitos provenientes de plantas sembradas a menor densidad es concomitante con una mayor longitud, en cambio las plantas que estaban a mayor densidad tuvieron más producción por hectárea, correspondiendo ésta al mayor número de plantas, pues estas plantas generalmente producen palmitos delgados, las de menor densidad resultaron palmitos más gruesos y con mayor peso unitario resulta en mucho menor rendimiento de palmito industrial exportable por hectárea, aunque mantuvo un buen peso de palmito por planta. En este caso, la limitación está dada por el bajo rendimiento por hectárea.

Bogantes y Mora (1997), menciona que un aspecto adicional que pueda condicionar la densidad de siembra es el mercado. Así un mercado que demande palmito de mayor diámetro puede obligar a sembrar una menor densidad por área para satisfacer ese requisito de calidad. Sin embargo, existen nichos de mercado, especialmente europeos cuya tendencia es hacia los palmitos delgados provenientes de altas densidades. Se estima que el número óptimo de palmitos producidos por hectárea por año, según las normas de calidad actuales se encuentra alrededor de 20 000 plantas/ha y se busca el diseño espacial de la plantación más apropiado para lograrlo, existen varios, pero los resultados experimentales aún no son concluyentes. Se recomienda una población inicial de 10 000 plantas/ha de acuerdo a las experiencias más recientes que vienen marcando una guía para obtener mayor rendimiento en la producción de palmito. Existe una

estrecha relación entre la densidad de plantación por hectárea y producción de palmitos, siendo este mayor conforme aumenta la densidad. La diferencia en rendimiento entre las dos densidades más altas 1,5 x 0,5 m (13 333 plantas/ha) y 2,0 x 0,5 m (10 000 plantas/ha) y aquella distancia que se venía usando hasta el año 1995 de 2,0 x 1,0 m (5 000 plantas/ha) resultan tan superiores en un 43,3 y un 29,5 % respectivamente. Es, además, notoria la disminución con las bajas densidades, lo cual indica no serán consideradas en futuras pruebas experimentales en tanto las normas industriales actuales permanezcan vigentes.

Chala (1993), en un ensayo de densidades de siembra llevado a cabo en Ecuador, en él se utilizaron diversos diseños de la arquitectura de la plantación utilizando una, dos y cuatro plantas por sitio, además de las distintas distancias de siembra. En esta prueba comparativa se obtuvo una mayor producción durante el primer año de cosecha con las densidades mayores. Las densidades medias las superaron a la altura del quinto año de producción. Esto indica que con altas densidades, con cuatro plantas por sitio durante los primeros cuatro años de cosecha se obtuvo un mayor rendimiento por hectárea, pero luego requieren ser reguladas por medio de poda o raleo para mantener la más alta producción, lo acertado es iniciar la operación de poda al realizar la primera cosecha y continuar practicando esta actividad a través de los años para mantener una producción constante. El diseño de 2 x 1 m con cuatro plantas por sitio, se hizo

utilizando ventanas que favorecieron la penetración de la luz en forma uniforme. Esto se logra dejando en hileras alternas un sitio sin sembrar alterno con otro plantado. Por otro lado se ha deducido, otra distribución, sembradas dos plantas por sitio, lo cual se obtuvo resultados prometedores. Otros diseños, aun con mayor número de plantas, están siendo probados, pero no son aún recomendados.

Vega (2005), realizó un ensayo de investigación, en el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), en el campo experimental del Pongo de Caynarachi; sector Convento, Provincia de Lamas con 2 200 mm de precipitación pluvial, cuya finalidad de determinar el comportamiento del cultivo de Pijuayo para palmito en plantaciones de altas densidades e identificar la densidad óptima, utilizando 4 tratamientos:

T1 = 2 x 1 m. = 5 000 pl/ha (1 pl/sitio)

T2 = 2 x 1 x 1 m. = 6 666 pl/ha (1 pl/sitio)

T3 = 2 x 1 m. = 10 000 pl/ha (2 pl/sitio)

T4 = 2 x 1 m. = 15 000 pl/ha (3 pl/sitio)

Se encontró la densidad óptima para el rendimiento; reportando el efecto de las densidades. Los pesos en gramos fueron para el tratamiento **T1** con 197,56 g y el tratamiento **T3** con 186,26 g. Por otro lado se reportaron la longitud para cada tratamiento: **T1**, **T3** con 44,44 y 44,22 centímetros respectivamente. En general se observó una

relación entre la densidad y los parámetros que se estudiaron, es decir a menor densidad, mayor peso neto de palmito en gramos y longitud de palmito neto en centímetros y viceversa. Con respecto a los diámetros superior e inferior se obtuvieron para el **T1** 2,26; 3,12 cm. y para el **T3** 2,0; 2,94 respectivamente.

3.2 RIEGO

Gurovich (1999), menciona que el riego es un factor esencial en el desarrollo de los cultivos agrícolas, sobre todo en las regiones donde la lluvia no cubre sus necesidades hídricas. El método de riego superficial, la más antigua forma de regar, sigue siendo hoy el más utilizado, incluso en los países desarrollados, debido a su bajo o nulo requerimiento de energía y su simpleza en la operación. La técnica de riego por surcos dentro del riego superficial es la que más se ha expandido en el mundo.

Hansen (1965), indica que el riego superficial comprende los métodos de riego en los cuales la conducción del agua desde el sistema de distribución, canales ó tuberías, hasta cualquier punto de la parcela a ser regada es realizada directamente sobre la superficie del suelo. Todos los métodos de riego superficial tienen en común que la energía necesaria para el movimiento del agua se logra por la utilización de la diferencia de altura del terreno, también por ello se llama por gravedad. El riego superficial ha sido utilizado desde épocas remotas por el hombre, y actualmente a pesar de los avances tecnológicos es el que ocupa la mayor superficie regada en muchos lugares de la tierra.

A) RIEGO POR SURCOS

Hansen (1965), describe que el método de riego por surcos consiste en aplicar el agua superficialmente, a través de pequeños canales (surcos), haciéndola correr desde el extremo inicial (cabecera) del surco hasta su extremo final, siguiendo una determinada pendiente. El agua se infiltra en el suelo desde el fondo y de los lados de los surcos, llegando hasta la zona de raíces de los cultivos. Se adapta mejor a los cultivos en hilera, a suelos de textura media a moderadamente fina y a terrenos con pendientes bajas. La operación del sistema considera el aporte de agua a los surcos, desde la acequia de cabecera y el avance del agua a lo largo del surco, hasta alcanzar el extremo final. El tiempo de riego se completa cuando se logra infiltrar el agua necesaria para humedecer la profundidad de raíces, tanto en la cabecera como al final del surco.

Berlijin y Brouwer (1991), sostiene que el riego por surcos presenta como ventajas: bajos costos de instalación y operación, flexibilidad en el manejo de los caudales de riego, moderada eficiencia de aplicación, lavado de sales, etc. Entre las desventajas, se tiene: pérdida excesiva de agua en suelos ligeros, peligro de erosión en terrenos de fuertes pendientes, baja eficiencia en condiciones inadecuadas de manejo, etc.

El riego por surcos tradicional, bien manejado, puede alcanzar eficiencias de aplicación de 60-70%; con la tecnificación puede alcanzarse eficiencias hasta el 80%.

3.3 RIEGO EN EL CULTIVO DE PALMITO

Mora (1998), menciona, que las mejores colectas de palmito se producen con una distribución uniforme de agua durante todo el año, en lugares que no tengan esta propiedad se debe recompensar la deficiencia con agua y tomar en consideración el riego.

En el cultivo de pijuayo para palmito el riego no es una práctica usual. Sin embargo, con el efecto de “El Niño”, el riego adquiere mayor importancia pues durante los meses de carencia de agua la producción se ve afectada en forma significativa, toda vez que la planta requiere de grandes cantidades de agua durante su ciclo (Mora, 1998).

No se tienen datos experimentales que permitan cuantificar las necesidades de agua de este cultivo. Las principales plantaciones comerciales en los países latinoamericanos se encuentran en zonas tropicales con precipitaciones entre los 2 000 y 5 000 mm anuales. Lo anterior permite deducir que el cultivo de pijuayo para la producción de palmito ha sido poco explotado en condiciones de riego, pero su potencial de producción en dichas condiciones parece ser muy prometedor (Mora, 1998).

En el ámbito experimental, deben identificarse los requerimientos hídricos para cada una de las fases. Una vez obtenido este dato, fácilmente se determinarán las necesidades de agua, aplicando la expresión: $E_{tr} = K_c \times E_{tp}$ donde: E_{tr} : evapotranspiración real (mm), K_c : constante de cultivo, E_{tp} = evapotranspiración potencial (mm), al realizar el balance hídrico de la

zona en que se cultive la planta, se determinará la necesidad de suplir las deficiencias hídricas mediante algún sistema de riego (Mora, 1998).

3.4 COSECHA

Arroyo y Mora (1999), dice que el momento de cosechar el palmito está condicionado básicamente por dos factores: las condiciones exigidas por el mercado pues consecuentemente por la industria, y el desarrollo de los tallos, determinado principalmente, por el diámetro basal del estípite en pie, el cual tiene una alta correlación con el peso del palmito. Un tercer factor digno de tener presente es la longitud de la hoja guía, ya que la misma esta relacionada con el desarrollo de su vaina. Cuanto mas larga sea la hoja guía sin abrirse tanto más larga es su vaina, pero esta correlación se da hasta que alcanza el estado de bandera o sea cuando los foliolos del extremo apenas inician su apertura, luego cuando todos los foliolos se han extendido, ya su vaina se ha tornado muy fibrosa y el peso del palmito estará determinado entonces por el desarrollo de la nueva hoja guía. En cuanto a las exigencias del mercado, son variables y que los diámetros de corte del palmito deben ajustarse en cada caso. Para las industrias de exportación a los mercados europeos dicho diámetro de corte en el campo es de 9 cm en adelante, siempre que las plantas no muestren problemas por períodos de estación seca. Sin embargo existen nichos de mercado, cuya tendencia es hacia palmitos delgados provenientes de altas densidades de siembra.

Moreno (1997), menciona cuando y como cosechar los palmitos, se cosecha a partir de los 16-18 meses de transplantado al campo, una parte importante

de la plantación estará apta para ser cosechada, y aquellos tallos que tengan 9 a 12 cm de diámetro en la base. La cosecha es manual y con machete. Debido a ello no es posible mecanizar esta operación, modificaciones al machete pueden agilizar la cosecha, tal como la utilización de machetes de extremo más ancho y cuya punta ha sido recortada y afilada para así cortar punzando el tallo para no dañar los rebrotes. Otras herramientas podrían aparecer en el futuro (Arroyo y Mora 1999). Se debe tener cuidado de no lastimar los hijuelos que rodean la planta madre. La cosecha comienza cortando las hojas y dejando únicamente la vela, las hojas cortadas se dejan en el suelo, servirán para fertilizar el cultivo. Para cortar el palmito se hace un corte superior, antes de la apertura de la copa y el corte inferior en el ensanchamiento del tallo, el tocón queda en pie y servirá de soporte y alimento para los hijuelos. El descapado consiste en la eliminación de las capas que cubren el palmito, debe quedar únicamente con dos capas de cáscara, de esta manera el palmito estará suficientemente protegido durante el transporte. El corte de la yuca, se debe hacer los 5 a 8 cm. por debajo del cambio de coloración, que es el entrenudo, esto se hace para evitar el deterioro en el transporte, o pudrición por ataque de hongos mientras espera su turno para ser procesado. Seguido se realiza el corte de las puntas donde se encuentra los foliolos libres e tallo tendrá 70 a 80 cm de longitud y así cortado, quedará con 800 a 900 gramos aproximadamente. Para facilitar el transporte se hacen tercios bien amarrados de 15 tallos cada uno, colocadas en forma alterada, es importante asegurarse que estén correctamente marcados y señalados con nombre del agricultor para evitar errores en la planta a la hora de calcular el rendimiento. Mientras esperar ser

transportados, los tallos cortados deben estar a la sombra en lugares secos y limpios, cuando menos tiempo pase desde la cosecha hasta su entrada en la planta menos se estropeará el palmito. Si transcurren mucho tiempo las velas pierden agua, comienzan a secarse y los hongos atacan los extremos. El rendimiento desciende y no se aprovecha el esfuerzo, la recomendación es que no pasen 24 horas entre el corte del palmito y su puesta en la planta.

Villachica (1994), atribuye que el tallo de palmito cosechado en el campo y listo para el transporte para la fábrica tiene los componentes: subproducto o descarte constituido por los internudos suaves y fibrosos, ápice con foliolos libres y el producto palmito industrial, de 60 a 80 cm. de longitud el cual se le han quitado las capas o envolturas externas para dejar solamente la envoltura con la que se va a la planta industrial. La parte basal del tallo cosechado está constituida por los internudos comúnmente llamados yuca en Perú, que en su sección más distante del palmito son fibrosos, mientras que la sección adjunta al palmito son más suaves. Parte de estos internudos se utilizan para preparar encurtido, pero no son empleados para palmito. La sección central está constituida por el corazón del palmito o palmito exportable. La parte apical del tallo cosechado está constituida por los foliolos que ya se han separado, es decir están libres y por lo tanto no pueden ser utilizados para producir palmito, pero si para otros usos. En los estudios efectuados en Perú, esta sección se considera un subproducto o descarte.

3.5 INDICADORES PARA LA COSECHA DEL PALMITO

Moreno (1997), dice que es importante conocer los indicadores de cosecha, para que a simple vista, el productor pueda identificarlos con rapidez, éstos son los siguientes:

A) Diámetro en la base del tallo: Los diámetros de corte del palmito deben ajustarse en cuanto a las exigencias del mercado. Para las industrias de exportación a los mercados europeos dicho diámetro de corte en el campo es de 9 cm en adelante (Arroyo y Mora 1999). En términos generales la cosecha se realiza cuando el tallo se encuentra entre los 9 y 12 cm. de diámetro de la base del tallo, este desarrollo del tallo permite determinar el momento de cosecha del palmito (Moreno, 1997).

En base al diámetro al momento de la cosecha, los tallos de pijuayo se pueden agrupar en tres categorías: delgado, medio y grueso, Cuadro N° 1. El mayor rendimiento de palmito se obtiene en los tallos cosechados con diámetros basales de 14 y 15 cm, resultado que no significa palmitos óptimos para el enlatado, por cuanto presentan diámetro superior e inferior mayores a 2,2 y 3,1 cm, respectivamente. Estos diámetros son considerados gruesos para el enlatado del palmito, originando un menor número de trozos por lata (Villachica, 1994).

Cuadro Nº 1: Clasificación de tallos de pijuayo de acuerdo al diámetro de la base del tallo a la cosecha (Villachica, 1994).

Categoría	Diámetro basal cosecha (cm)	Diámetro superior palmito (cm)	Diámetro inferior palmito (cm)
Delgado	8 - 9	< 1,9	< 2,4
Medio	10 - 13	1,9 - 2,2	2,6 - 3,1
Grueso	14 - 15	> 2,2	> 3,1

B) Estado y longitud de la hoja bandera: es aquella hoja superior que crece cerrada y alargada, se desarrolla hasta alcanzar los 2,50 m., aproximadamente, el momento óptimo, es cuando esta hoja tiene una longitud entre 1,50 m. y 1,80 m., puede presentarse completamente cerrada, abultada, iniciando apertura de la hoja, que da una apariencia de cresta de gallo. El crecimiento del palmito está relacionado con el crecimiento de la hoja, existen tres momentos que lo determinan.

1. Cuando la hoja guía crece hasta 1,50 m., el palmito industrializable crece hasta los 40 cm. aproximadamente.
2. Cuando la hoja guía mide entre 1,50 m. y 1,80 m., el palmito medirá entre los 40 cm y 55 cm aproximadamente.
3. Cuando la hoja mide más de 1,80 m., estará cerrada o iniciará su apertura, a medida que la hoja se vaya abriendo, el palmito seguirá creciendo pero endureciendo de arriba hacia abajo, aumentando en fibrosidad. En este momento no es rentable cosechar, porque el palmito industrializable es más pequeño (Moreno, 1997).

C) **Base de hoja guía:** se encuentra unido a la parte superior del tallo donde comienza la hoja, esta base debe estar dividida de forma, que la mitad sea peciolo y la otra mitad foliolo. Aunque algunas de las partes pueden ser un poquito mayor que la otra de 2 ó 3 mm. (Moreno, 1997).

3.6 RENDIMIENTO

Mora (1999), indica que el rendimiento industrial, guiado por las normas de calidad para palmito enlatado, es de aproximadamente 1 t/ha/año. El pijuayo produce palmito en un total de 900 g por planta en un periodo de 6 años (Villachica, 1994).

Chala (1993), indica que en un trabajo de investigación desarrollado en Ecuador con 8 densidades de siembra se concluyó que los tratamientos con mayor producción fueron los distanciamientos de 2,0 m x 1,0 m con 2 plantas/sitio (10 000 pl/ha), con 1 669 kg/ha de palmito industrial, y el distanciamiento de 2,0 m x 1,0 m con 4 plantas/sitio (16 666 pl/ha), 2 989,38 kg/ha, y el de menor rendimiento fue el distanciamiento de 2,0 m x 2,0 m con 1 plantas/sitio (2 500 pl/ha), con 481,9 kg/ha de palmito industrial, lo que demostró lo ventajoso de una alta densidad de siembra por hectárea. Indicó además que estos datos corresponden exclusivamente a plantas madres cortadas en el lapso de 1 año.

Vega (2005), menciona como resultado de la experiencia desarrollada en el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), en el campo experimental del Pongo de Caynarachi, evaluó cuatro densidades de

siembra y obtuvo mayor rendimiento de palmito 1 024,10 Kg/ha., en 10 000 pl/ha., el primer año de cosecha.

Chumbimune (1994), indica que las experiencias obtenidas en ensayos instalados en la Amazonía demostraron que las diferencias en el rendimiento de palmito/tallo y la longitud de palmito industrial no son significativas cuando se compararon densidades de 10 000, 6 666, 4 444, 5 000 pl/ha.

3.7 DESCRIPCIÓN DEL PLUVIÓMETRO

Vélez y Herrera (2002), mencionan que el pluviómetro es un aparato empleado para medir la cantidad de agua que cae sobre la superficie del suelo; con él medimos el nivel o altura de agua que ha caído sobre una región. La unidad de medida utilizada para cuantificar la precipitación es el milímetro (mm). **1 mm** de precipitación nos indica **la altura** de la capa de agua que se obtiene al derramar un volumen de **1 litro** de agua sobre una superficie de **1 m²**

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ litro/m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{ha} = 0,1 \text{ cm}$$

$$\text{Entonces } 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

3.8 MÉTODO PARA MEDIR LA PRECIPITACIÓN

AGM-620 (2005), señala que existen muchos métodos para medir la precipitación como:

- Midiendo la altura del agua en el vaso recolector.
- Midiendo el contenido volumétrico de la cantidad de agua recolectada.
- Pesando el contenido del área del vaso recolector.

A) Midiendo el contenido volumétrico de la cantidad de agua recolectada.

Para realizar la medición del contenido volumétrico de la cantidad de agua recolectada, se vierte el contenido del vaso recolector en una probeta graduada en mililitros considerando que $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$, dividida el volumen entre el área y así se obtiene directamente la lámina precipitada.

Ejemplo: para un pluviómetro con embudo (por donde se recoge el agua) con un diámetro de 22,5 cm, se tiene:

$$A = 3,14159265 \cdot (22,5/2)^2 = 3,14159265 \cdot 126,5625 = 397,69782 \text{ cm}^2.$$

Si de la probeta se leen 342 ml, tenemos:

$$342 \text{ ml} = 342 \text{ cm}^3$$

$$342 \text{ cm}^3 / 397,69782 \text{ cm}^2 = 0,86 \text{ cm} = 8,6 \text{ mm}.$$

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 MATERIALES

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP, ubicado en la carretera Fernando Belaunde Terry Tarapoto – Moyobamba Km. 4,2 y desvío al lado izquierdo siguiendo una trocha carrozable hasta 1 Km. aprox. Sector Achual en el Distrito de Morales entre los meses de Julio del 2006 a Julio 2007.

Ubicación geográfica:

Coordenadas UTM	:	345457 E
		9283744 N
Altitud	:	260 m.s.n.m.
Precipitación media anual	:	800 a 1 000 mm.

Ubicación Política:

Región	:	San Martín.
Departamento	:	San Martín.
Provincia	:	San Martín.
Distrito	:	Morales
Lugar	:	Sector Actual

4.1.2 Historia del campo experimental

A mediados del año 2005 el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP a través el Programa de Ecosistemas Terrestres, inició dos Ensayos para la Producción de pijuayo para palmito bajo riego y en el año 2006 se asignó uno para realizar el presente trabajo de investigación continuando así hasta el año 2007.

Cuadro N° 2: Datos Meteorológicos registrados durante el experimento de Julio 2006 a Julio del 2007.

Meses	Temperatura °C		
	Máxima	Media	Mínima
Julio	35,1	26,0	17,9
Agosto	35,3	25,9	17,9
Septiembre	35,9	26,5	17,9
Octubre	35,6	27,1	19,9
Noviembre	35,9	26,7	19,9
Diciembre	35,9	26,9	18,9
Enero	36,1	26,9	18,9
Febrero	35,9	26,7	18,9
Marzo	34,9	25,2	17,9
Abril	34,6	25,5	17,9
Mayo	34,9	25,5	16,4
Junio	34,4	26,7	17,9
Julio	34,8	25,5	15,9
Promedio	35,33	26,23	18,17

Fuente: Estación Meteorológica Universidad Nacional de San Martín (2006-2007)

4.1.3 Características del suelo

El análisis físico-químico del suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Cultivos Tropicales ICT, los resultados del análisis indican que se trata de un suelo de textura franco arenoso, de reacción neutra, con un contenido medio de materia orgánica, nitrógeno bajo, alto contenido de fósforo.

Cuadro Nº 3: Resultados de Análisis físico-químico del suelo.

Muestra	Resultados	Interpretación	Método
Arena (%)	73,53	Franco Arenoso	Hidrómetro
Limo (%)	14,35		Hidrómetro
Arcilla (%)	12,12		Hidrómetro
Materia orgánica (%)	2,06	Medio	Walkey y Black (Estimado)
Nitrógeno (%)	0,092	Bajo	
Fósforo (ppm)	19,50	Alto	Olsen Modificado
PH	6,70	Neutro	Potenciómetro

Fuente: Instituto de Cultivos Tropicales” (2006)

4.2 METODOLOGÍA

4.2.1 Instalación del experimento

a) Acondicionamiento de las unidades experimentales:

Se acondicionó las parcelas y los surcos; en este se distribuyó los volúmenes respectivos. Las parcelas como los surcos tuvieron las siguientes dimensiones:

Largo de la parcela : 6,0 m.

Ancho de la parcela : 3,0 m.

Dimensiones de los surcos: 2 surcos de 6,0 m. x 0,67 cm.

De acuerdo al diseño experimental (6 tratamientos y 3 repeticiones), los surcos estaban individualmente en la unidad experimental con una área regada $4,00 \text{ m}^2 \times 2 \text{ surcos} = 8 \text{ m}^2$ y Área total 18 m^2

Cada unidad experimental estaba constituida por dos densidades de siembra, distribuido en cada uno de los tratamientos.

b) Distribución de los tratamientos en el experimento

Los tratamientos fueron distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro Nº 4: Distribución de los tratamientos en el experimento.

TTOS	Volumen de riego	Densidad de siembra
T ₁	2 000 mm	5 000 pl/ha
T ₂	2 000 mm	10 000 pl/ha
T ₃	4 000 mm	5 000 pl/ha
T ₄	4 000 mm	10 000 pl/ha
T ₅	precipitación de la zona	5 000pl/ha
T ₆	precipitación de la zona	10 000pl/ha

c) **Diseño experimental**

- **Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)**
- **Área de la unidad experimental:** 18 m² (8 m² surcos)

- **Características del diseño experimental:**

- Número de tratamiento (t) : 6
- Número de bloque (r) : 3
- Número total U.E. : 18

- **Modelo matemático.**

$$Y_{ij} = U + B_j + T_i + E_{ij}$$

- U = Media general
- B = Efecto de los bloques o repeticiones.
- T_i = Efecto de los tratamientos.
- E_{ij} = Es el error o residuo.

- **Análisis de varianza.**

Cuadro Nº 5: Análisis de varianza.

F. De V.	G.L.
Bloque	r-1 = 2
Tratamiento	t-1 = 5
Error	(r -1) (t-1) = 10
Total	(r x t)-1 = 17

4.2.2 Conducción del experimento

a) Instalación de las Parcelas

El presente trabajo de investigación se continuó en plantaciones ya establecidas, las plantas de pijuayo contaban con 4 meses de edad después del trasplante y solo se prosiguió a la aplicación de riego en los tratamientos correspondientes.

b) Captación del agua

La captación del agua de riego se inició en el canal ubicado a 20 m del campo experimental, con tuberías PVC de 4 pulg. y una motobomba modelo WP3-65 de 930 l/min, el agua fue almacenada en un estanque de concreto en el campo experimental cuyas dimensiones 5 m x 6 m x 1,20 (ancho, largo y altura), proporcionando una capacidad de 36 m³, que equivale 36 000 l, lo cual abastecía agua para el riego semanalmente, posteriormente se volvió a llenar el estanque para los riegos programados para la siguiente semana.



Fig. N° 01: Captación del agua.



Fig. N° 02: Estanque de concreto.

Cada día el agua del estanque fue llevada hasta un tanque elevado de eternit constituido por manguera de 4 pulg. de diámetro, color azul.



Fig. N° 03: Llenado del tanque eternit 1 100 lts.

c) Manejo de riego - abastecimiento

El manejo del riego fue realizado con un tanque eternit de 1 100 l de capacidad, colocado en el III Bloque cerca al estanque para facilitar el bombeo del agua del estanque a este, su soporte era de madera de 2,00 m de altura, esta altura fue la necesaria para producir una presión en la salida por medio de la manguera de 2 pulg. de la cual se transportaba desde el tanque a las parcelas.



Fig. N° 04: Tanque eternit listo para el abastecimiento del riego.

d) Determinación de los volúmenes.

Para determinar los volúmenes se realizó mediante los siguientes pasos (Navarro 2006).

1) Determinación del volumen total del riego por día.

A partir de los volúmenes establecidos de 2 000 mm y 4 000 mm anuales, se procedió a programar los volúmenes para la aplicación del riego, partiendo de la equivalencia 1 mm de precipitación igual a 10 m³/Ha.

Entonces en 2 000 mm al año, tenemos 20 000 m³/Ha, en 8 m² obtuvimos 16 m³/Ha/año, lo que representa los 2 000 mm/año.

Los 16 m³/Ha/año se calculó en 365 días al año, son **0,0438356 m³/día** que fueron aplicados en los tratamientos, cada tratamiento constituido por parcelas de dos surcos área de parcela 8 m².

Para los 4 000 mm al año, tenemos 40 000 m³/Ha, 8 m² obtuvimos 32 m³/Ha/año, lo que representa los 4 000 mm/año.

Los 32 m³/Ha/año se calculó en 365 días al año, son **0,0876712 m³/día** que fueron aplicados en los tratamientos, cada tratamiento constituido también por parcelas de dos surcos área de parcela 8 m² (Ver Anexo N° 1).

2) **El Volumen programado en la frecuencia de riego:**

De los volúmenes totales por día, se determinó el volumen programado (en litros) en la frecuencia, cada 3 días, que se aplicó en los tratamientos constituidos cada uno por 2 surcos; se determinó por medio de la ecuación que amerita para la

solución: **$VPFr = ((VT \times Fr / n^{\circ}s) \times 1000 \text{ l})$**

Donde:

VPFr = volumen programado por frecuencia

VT = volumen total por día

Fr = frecuencia de riego, cada tres días

n°s = numero de surcos

Volumen programado para 2 000 mm

$$VPFr = ((0,0438356 \text{ m}^3/\text{día} \times 3) / 2) \times 1000 = 65,75 \text{ l}$$

Volumen programado para 4 000 mm

$$VPFr = ((0,0876712 \text{ m}^3/\text{día} \times 3) / 2) \times 1000 = 131,51 \text{ l}$$



Fig. N° 05: Vista de la parcela con los dos surcos respectivos.

3) Volumen programado de riego al mes

Para determinar el volumen programado de riego al mes, se partió del volumen programado en la frecuencia de riego para 2 000 mm (65,75 l) y 4 000 mm (131,51 l), multiplicado por el número total de surcos por bloque y el número de repeticiones por el número veces que se regó al mes. (Ver Anexo N° 2). La descripción detallada por cada mes (Ver Anexo N° 4).

4) Tiempo de aplicación

Para determinar el tiempo de aplicación del riego, se tomó la medida del tiempo que demoró en llenar un balde con capacidad de 19 litros, la salida de agua fue de una manguera de 2 pulg; el tiempo registrado fue de 1,47 minutos este dato se tomó como punto de partida para determinar el tiempo de aplicación, cuya fórmula es:

$$\text{Tmpo} = (\text{VPFr} \times \text{min}) / \text{cb}$$

Tmpo = tiempo

VPFr = volumen programado por frecuencia

min = minutos en que llena balde de 19 l (1,47')

cb = capacidad del balde (19 l)

Para 2000 mm

$$\text{Tmpo} = (65,75 \text{ l} \times 1,47) / 19 \text{ l} = 5,08 \text{ min} = 5' 5''$$

Para 4000 mm

$$\text{Tmpo} = (131,51 \text{ l} \times 1,47) / 19 \text{ l} = 10,17 \text{ min} = 10' 10''$$

5) Determinación del volumen neto

Para determinar el volumen neto a aplicar se utilizó un pluviómetro artesanal del cual se obtuvo la cantidad de precipitación en mililitros, dicha medición permitió determinar el volumen de agua a aplicar.

El volumen neto aplicado a los tratamientos, dependió de la cantidad de lluvia precipitada, sólo se distribuyó la cantidad restante a lo programado. Es decir el volumen programado de riego menos la precipitación captada en el intervalo de la frecuencia de riego. (Ver Anexo N° 3), la descripción detallada por cada mes (Ver Anexo N° 4).

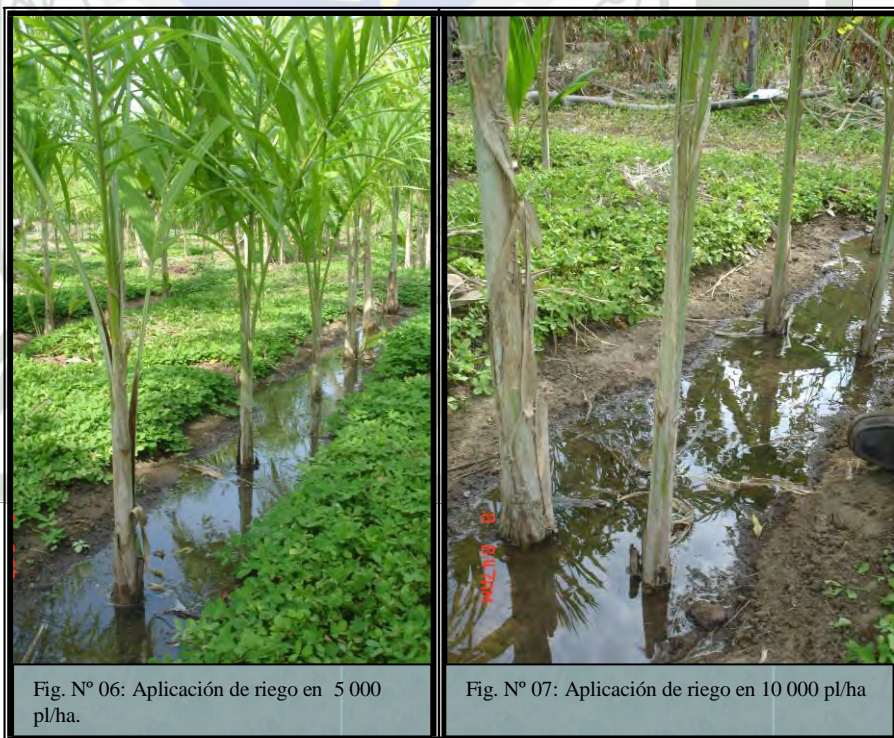


Fig. N° 06: Aplicación de riego en 5 000 pl/ha.

Fig. N° 07: Aplicación de riego en 10 000 pl/ha

6) **Determinación de la precipitación**

Registro de la precipitación

Los registros de las precipitaciones, fue realizada, con la ayuda de un pluviómetro artesanal, constituido por un balde de 4 l. de capacidad y un embudo de 21,02 cm. de diámetro, que sirvió como colector, el soporte fue de 1,80 m y ubicada en la parte posterior del campo experimental.

Se registró un total de 1 268,96 mm. de precipitación total anual, durante el experimento de Julio 2006 a Julio del 2007.



Fig. N° 08: Pluviómetro artesanal.

Método de la medición de la precipitación

Para medir la precipitación se utilizó el método, de la medición del contenido volumétrico de la cantidad de agua recolectada (AGM-620, 2005).

La precipitación colectada en el pluviómetro se trasladó a una probeta graduada en mililitros considerando que un $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$, luego dividida el volumen entre el área del pluviómetro y así se obtuvo la lamina precipitada (Ver Anexo N° 6). Calculando primero el área del pluviómetro (Ver Anexo N° 5).

Los milímetros calculados son convertidos a litros y promediados mensualmente, de la siguiente manera: utilizamos la equivalencia $1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$, los milímetros son convertidos a metros cúbicos por hectárea, para luego convertirlos en metros cúbicos por área de los surcos (8 m^2) (Ver Anexo N° 7), finalmente convertirlos a litros resumiendo así los promedios mensuales (Ver Anexo N° 8).

El promedio de litros en el mes de Agosto es 457,61 litros (Ver Anexo N° 8) y esta precipitación mensual fue multiplicado por la cantidad de tratamientos evaluadas, dentro del campo experimental dando como resultado final de 2 745, 66 litros de precipitación total mensual correspondiente al mes de agosto (Ver Anexo N° 4).



Fig. N° 09: Vista del Tratamiento T1.



Fig. N° 10: Vista del Tratamiento T2.



Fig. N° 11: Vista del Tratamiento T3.



Fig. N° 12: Vista del Tratamiento T4.



Fig. N° 13: Vista Testigo 5000 pl/ha.

e) Manejo Agronómico

Poda: el Pijuayo es una planta que por el desarrollo y crecimiento constante de sus hojas, se realizaban podas de mantenimiento cada dos meses, para lo cual, haciendo uso de la tijera podadora, se cortaban las hojas senescentes y enfermas facilitando así el ingreso de luz, y evitando el contagio de enfermedades fungosas a otras plantas.

Abonamiento: esta práctica se realizó cada dos meses, aplicándose Urea 35 gramos y Cloruro de Potasio 25 gramos, se procedió a mezclar y aplicar al voleo en todos los surcos de los diferentes tratamientos. En las parcelas de 5 000 pl/ha se realizó una sola mezcla, mientras en las de 10 000 pl/ha (dos plantas por sitio), se duplicaba la mezcla.

Riegos: no se tiene datos experimentales en cuanto a la necesidad de agua del pijuayo, pero las plantaciones comerciales en Latinoamérica se encuentran en zonas tropicales con precipitaciones entre los 2 000 y 5 000 mm anuales. Durante la ejecución de la tesis, el riego complementario se programó para ambas densidades (5 000 pl/ha y 10 000 pl/ha), frecuencia de riego cada tres días, con volúmenes de 2 000 y 4 000 mm anuales; (Cuadro N° 6), se contó con testigos con la precipitación de la zona; asimismo, se programaron tiempos de aplicación para cada

tratamiento, por cada ensayo como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 6: Volumen programado en la frecuencia de riego.

Trata- mientos	Volumen de riego (mm/año)	Densidad de siembra (pl/ha)	Frecuencia de riego (días)	Volumen Programado (l/surco)	Tiempo (minutos y segundos)	
T1	2000	5 000	3	65,75	5´	5"
T2	2000	10 000	3	65,75	5´	5"
T3	4000	5 000	3	131,51	10´	10"
T4	4000	10 000	3	131,51	10´	10"

Control de Malezas: se realizó en forma manual, con la utilización de machetes y lampas, entre las principales malezas encontradas, destacan el arrozillo (*Rottboellia exaltata*), la verdolaga (*Portulaca aleracea*), el coquito (*Cyperus rotundus*), los deshierbos se realizaron cada vez que el campo lo requería, tal es así que en tiempo de mucha precipitación el deshierbo se realizaba semanalmente y en tiempo de sequía mensualmente. También se realizaba el deshierbo dentro de los surcos de las parcelas.

Control Fitosanitario:

Para el control de la pudrición del cogollo causada por la asociación *Fusarium-Phytophthora*, se aplicó Mancoseb y el bactericida natural Kilolo LDF-100, además de un insecticida para disminuir la diseminación del patógeno.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual utilizando machete a partir de los 16 meses después del transplante, luego se efectuó en forma selectiva de una a dos cosechas al mes; lo cual permitió cosechar oportunamente todos aquellos que se encontraron en punto de cosecha. Para determinar si las plantas estaban aptas para ser cosechadas se consideró los siguientes indicadores de cosecha:

- **Diámetro en la base del tallo:** el diámetro en la base del estípite en pie debe de estar entre 9 a 12 centímetros.
- **Estado y longitud de la hoja bandera:** se le llama así a la hoja guía, que en el momento óptimo para cosecha alcanza el estado de hoja bandera, una bandera pequeña llamada punto globo ó cresta de gallo; es decir, cuando los folíolos del extremo apenas inician su apertura. La longitud de esta hoja entre 1,50 a 1,80 centímetros.
- **Base de hoja guía:** La base de la hoja guía debe mostrar un 50% de folíolo y un 50% de pecíolo para obtener un palmito uniforme.



Fig. N° 14: Medida del diámetro a la base del tallo.



Fig. N° 15: Detalle de hijuelos presentes en la base del tallo.



Fig. N° 16: Estado de la hoja guía.



Fig. N° 17: Longitud de la hoja guía.



Fig. N° 18: Base de la hoja guía esta en el punto de inserción de la hoja 1 (hoja joven expandida).

Pasos para la cosecha:

Se cortó todas las hojas dejando aproximadamente 10 centímetros para facilitar el manejo del tallo cortado.

- Se determinó el cuello en el estípite, este facilita el corte ya que a 5 centímetros aproximadamente por encima del cuello se encuentra el palmito, entonces para asegurarnos un buen corte, este se realizó a 10 centímetros por debajo del cuello.
- Desvainado, se realizó capa por capa, apoyando el tallo en el cuerpo y contra el suelo, con la ayuda del machete. Se extrajo 4 envolturas o capas por tallo. Es así como se deja el tallo de palmito con dos capas que protegen el corazón del palmito, con la finalidad que no se deshidrate y se rompa. La longitud del tallo de palmito debe ser de 60 a 80 centímetros, incluyendo en la parte basal 5 centímetros aproximadamente de internudo conocido también como yuca que viene a ser una parte más fibrosa y la otra parte suave que esta adyacente al palmito. La parte apical del tallo lo constituyen los folíolos

libres o abiertos, por los que se corta en forma sesgada, ya que no pueden ser aprovechadas como palmito.

- Se marcó con el lápiz a cada tallo de palmito para facilitar la labor de evaluación en gabinete registrándolos en una tabla de cosecha.
- Se ató los palmitos con la parte del seudo tallo del plátano para poder trasladar hasta el lugar de evaluación.
- En la evaluación del palmito se procedió a extraer utilizando un cuchillo, las dos capas que se le deja para protección. Seguidamente, se corta en forma perpendicular a la longitud del palmito al extremo superior o parte apical hasta que el cuchillo penetre suavemente dejando solo el palmito neto y del extremo inferior o parte basal se corta el entrenudo o yuca, y se reconoce por la marca de un halo que indica el inicio del corazón del palmito. Esta yuca es la parte suave y es también comestible.
- El palmito se evalúa midiendo con el “pie de rey”, los diámetros inferior y superior, con la wincha la longitud y con la balanza digital se mide el peso en gramos, registrándose todos los datos.



Fig. N° 19: Corte de las hojas.



Fig. N° 20: Determinación del cuello para facilitar el corte del tallo.





Fig. N° 23: Longitud del tallo de palmito de 60 a 80 centímetros.



Fig. N° 24: Conteo y registro de tallos por tratamiento.



Fig. N° 25: Atado de tallos listos para su evaluación.

4.2.3 Parámetros de Evaluación

- Diámetro en la base del tallo. Se realizó a todos los tallos aptos para la cosecha midiendo con el pie de rey en un rango de 9 a 12 centímetros ya que en este se almacenan las reservas de agua de la planta.
- Altura de planta a la cosecha. Se midió con una wincha, desde la base del tallo al punto de inserción de la hoja joven expandida, en función del diámetro en la base del tallo y al estado de la hoja bandera.
- Longitud de la hoja bandera. Se midió con una wincha la longitud de la hoja bandera.
- Longitud del palmito neto. Evaluación realizada después de extraer las dos capas y cortando perpendicular a esta longitud se saca el palmito neto y se midió con una wincha a los tallos en cada tratamiento.
- Diámetro superior del palmito neto. Después de medir la longitud se prosigue a medir con el pie de rey a todos los palmitos para cada tratamiento.
- Diámetro inferior del palmito neto. Se evaluó con el pie de rey a cada uno de los palmitos, de cada tratamiento respectivamente.

- Peso neto.- se peso cada uno de los palmitos, evaluación que consistió en pesar los palmitos obtenidos en todos los tallos de cada tratamiento en estudio durante el año transcurrido de evaluaciones; éstas fueron expresadas en kg/ha.



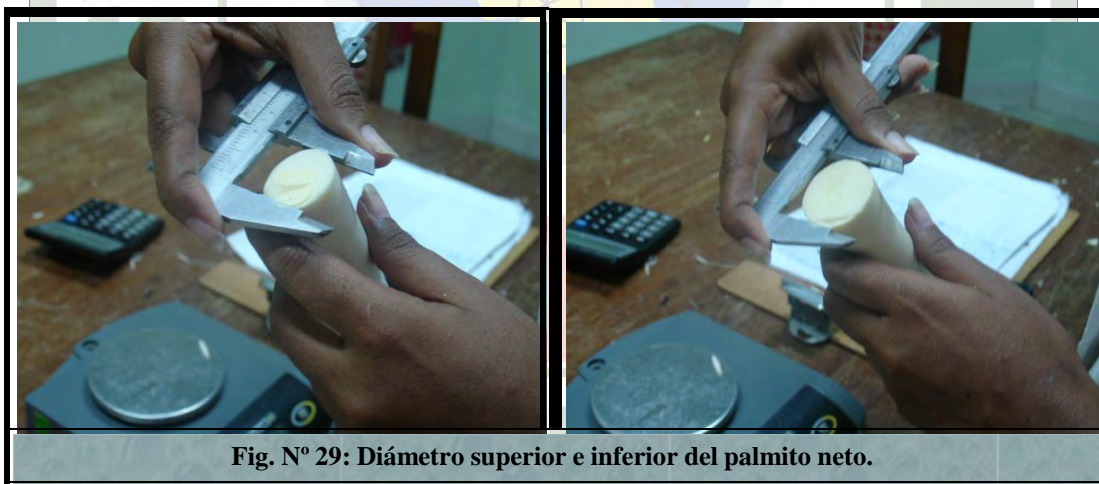




Fig. N° 31: palmito neto.



V. RESULTADOS

5.1 Diámetro en la base del tallo.

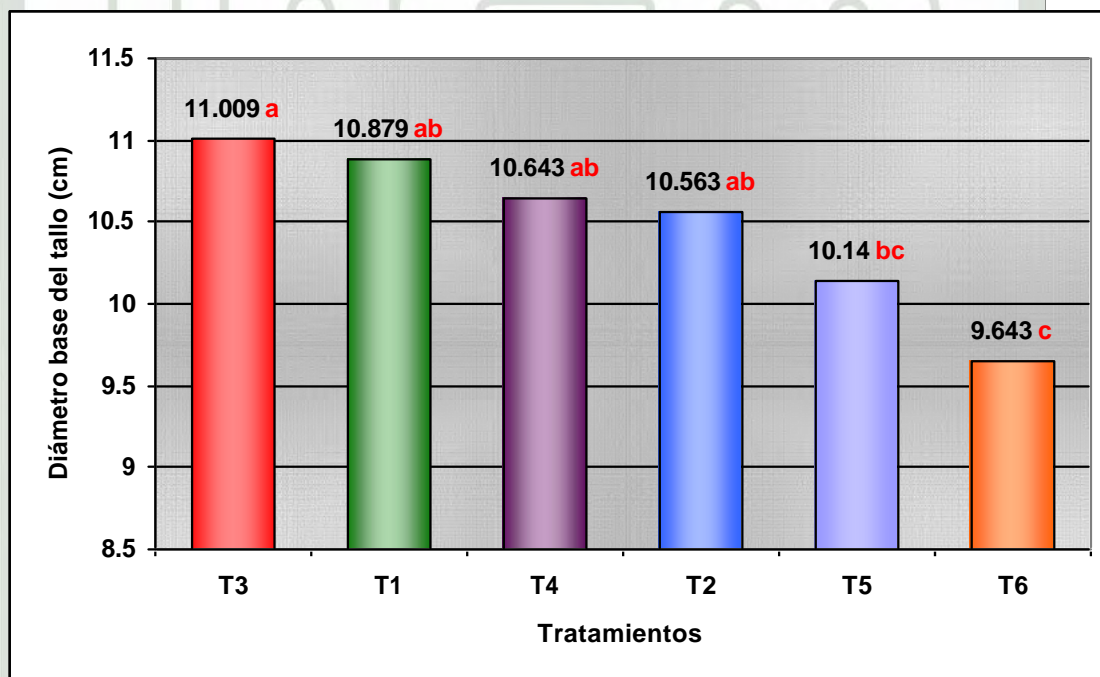


Figura Nº 32: Prueba de Duncan para el diámetro en la base del tallo (cm).

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	*

* Diferencia significativa

N.S. Diferencia no significativo

$R^2 = 70,39 \%$

C.V.=3,91 %

$\bar{X} = 10,48 \text{ cm.}$

5.2 Altura de planta.

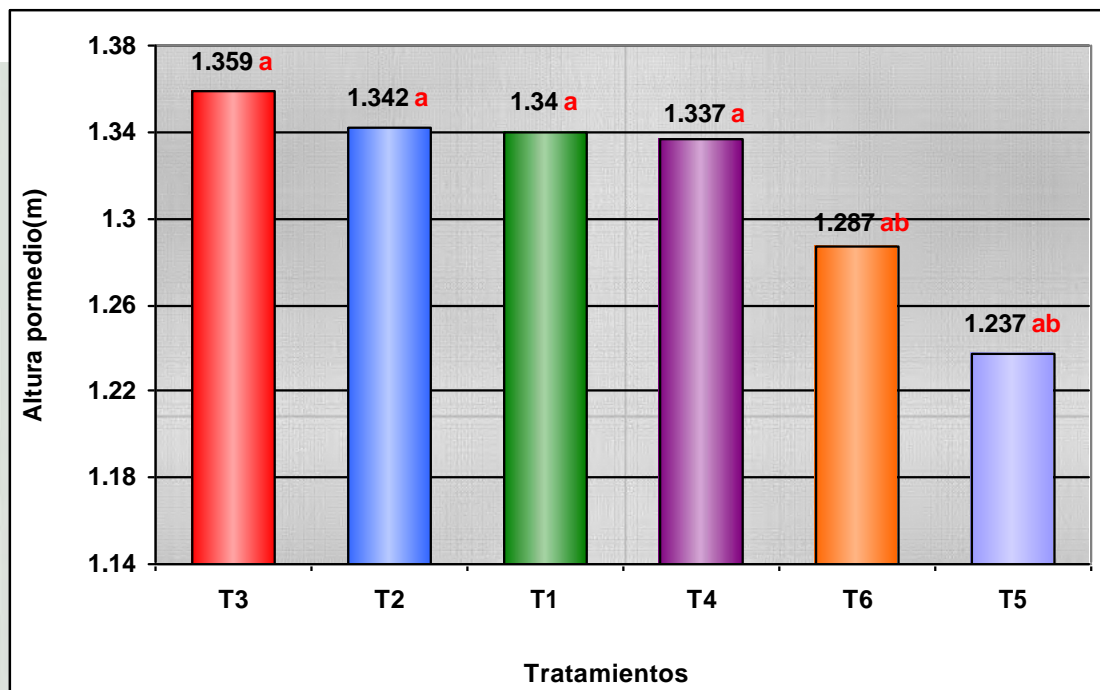


Figura Nº 33: Prueba de Duncan para Altura de planta (m).

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	*

* Diferencia significativa

N.S. Diferencia no significativo

$R^2 = 68,89\%$

C.V. = 3,18 %

$\bar{X} = 1,317 \text{ m.}$

5.3 Longitud de la hoja bandera.

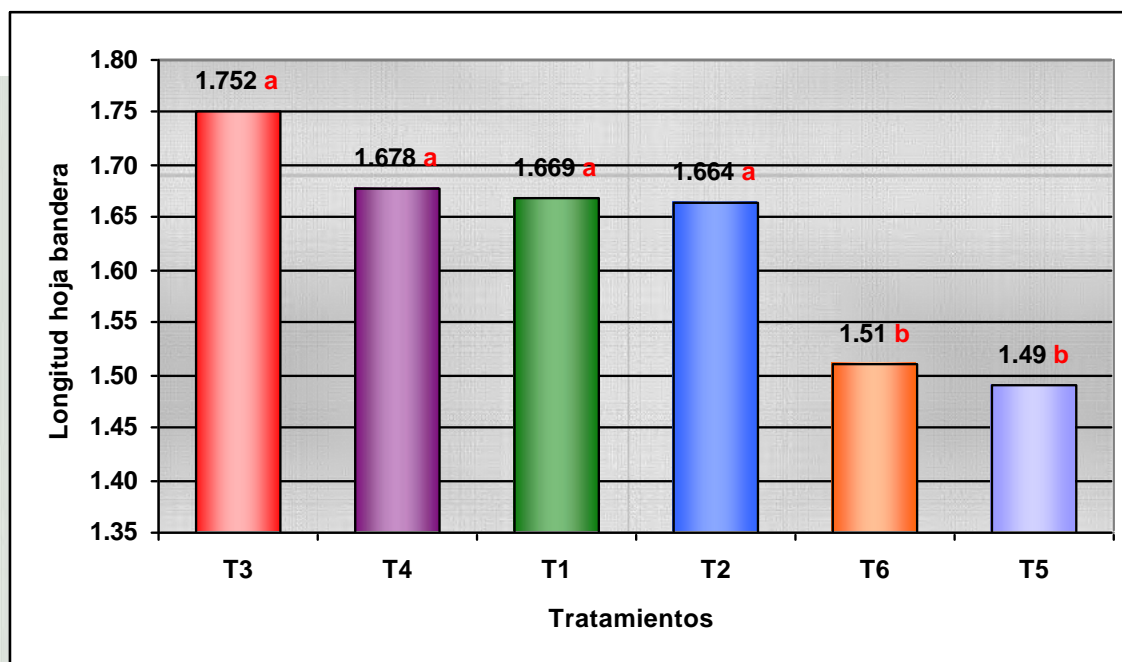


Figura N° 34: Prueba de Duncan para Longitud de la Hoja Bandera (m)

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	**

** Diferencia altamente significativa

N.S. Diferencia no significativo

$R^2 = 78,82\%$

C.V.=4,085 %

$\bar{X} = 1,627$ m.

5.4 Longitud del palmito neto.

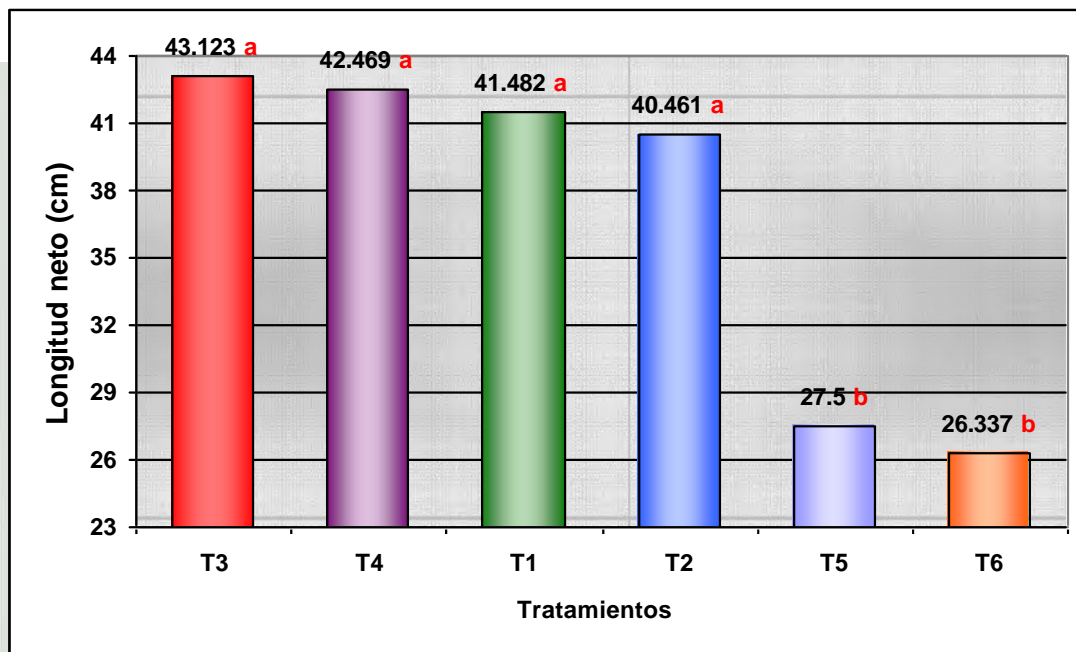


Figura N° 35: Prueba de Duncan para Longitud del Palmito Neto (cm)

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	**

** Diferencia altamente significativa

N.S. Diferencia no significativo

$R^2 = 86,40\%$

C.V. = 10,50%

$\bar{X} = 36,89 \text{ cm.}$

5.5 Diámetro superior del palmito neto.

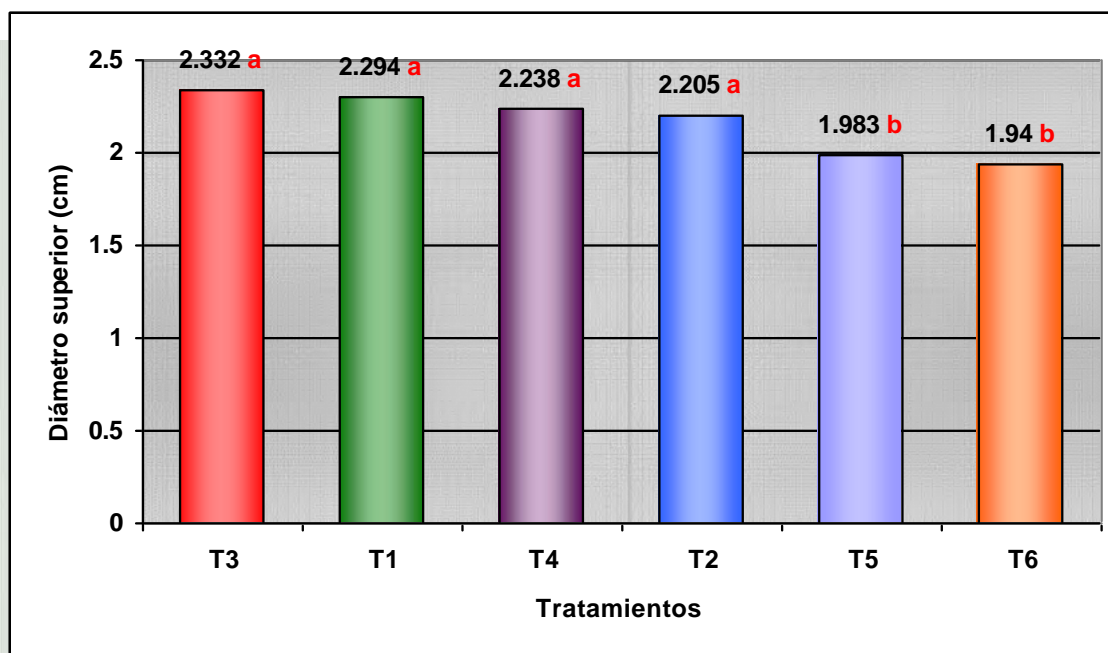


Figura Nº 36: Prueba de Duncan para Diámetro Superior del Palmito Neto (cm)

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	**

** Diferencia altamente significativa

NS. Diferencia no significativo

$R^2 = 82,75\%$

C.V. = 4,28%

$\bar{X} = 2,17 \text{ cm}$

5.6 Diámetro inferior del palmito neto.

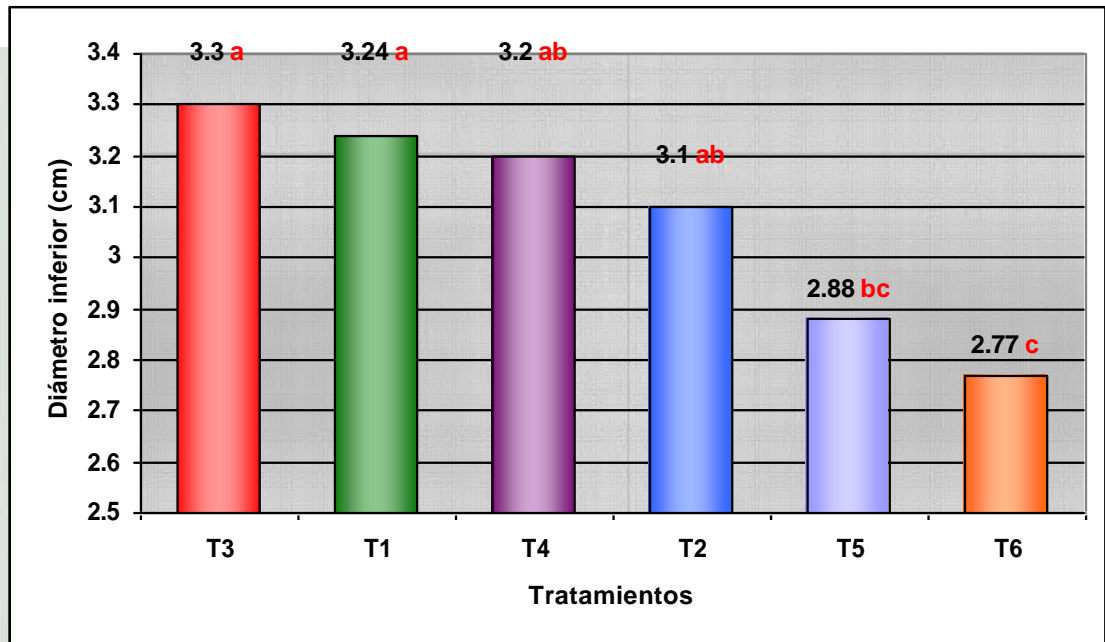


Figura Nº 37: Prueba de Duncan para Diámetro Inferior del Palmito Neto (cm).

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	*

* Diferencia significativa

N.S. Diferencia no significativo

$R^2 = 70,8\%$

C.V. = 5,57%

$\bar{X} = 3,08 \text{ cm.}$

5.7 Peso palmito neto.

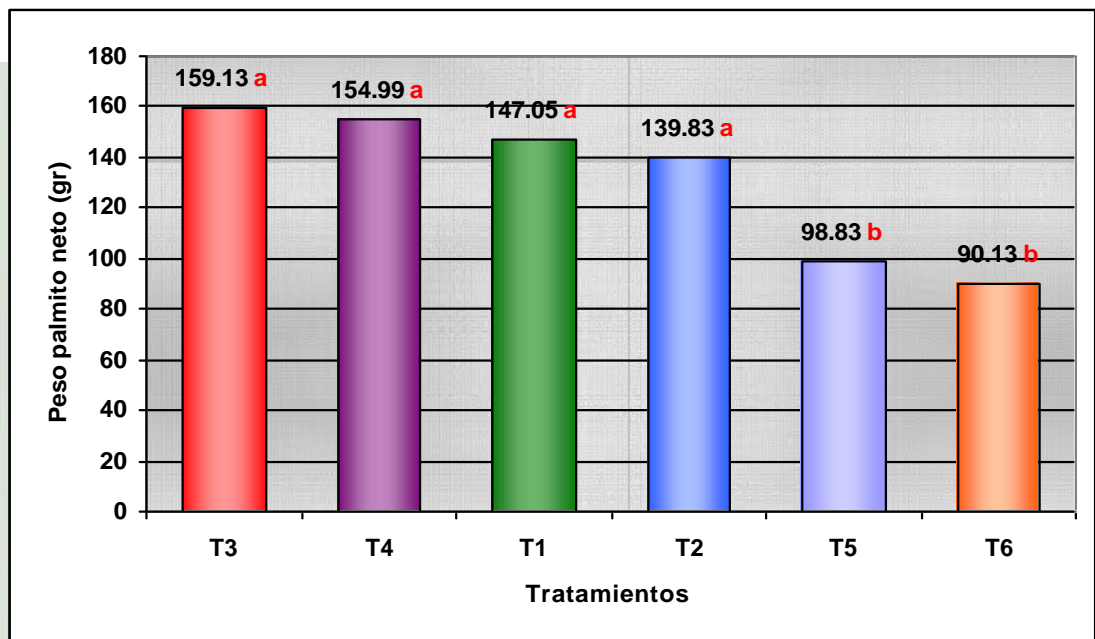


Figura Nº 38: Prueba de Duncan para Peso Palmito Neto (g).

ANVA:

F.V.	Significancia
Bloq.	N.S.
Trat.	**

** Diferencia altamente significativa

NS. Diferencia no significativo

$R^2 = 81,97 \%$

C.V. = 13,37%

$\bar{X} = 131,652 \text{ g.}$

Cuadro N° 7: Rendimiento palmito neto (Kg/ha) de la primera cosecha.

Tratamiento	Plantas/ha	Peso neto (g)	Kg/parcela	Kg/ha
T1	5 000	147,05	1,47	816,94
T2	10 000	139,83	2,79	1553,67
T3	5 000	159,13	1,59	884,06
T4	10 000	154,99	3,09	1722,11
T5	5 000	98,83	0,98	549,06
T6	10 000	90,13	1,80	500,72

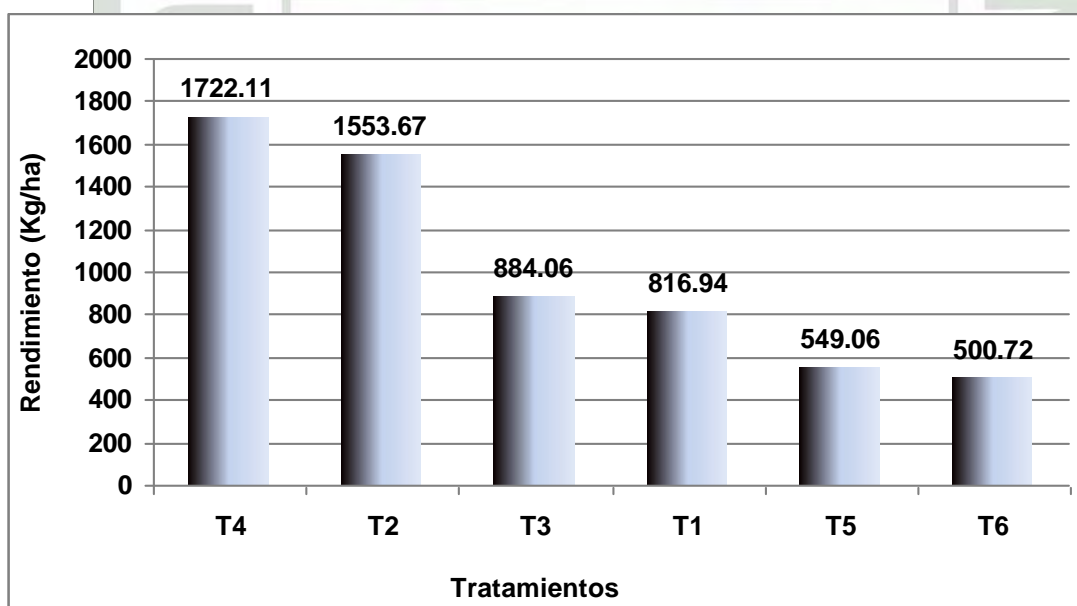


Figura N° 39: Rendimiento (Kg/ha).

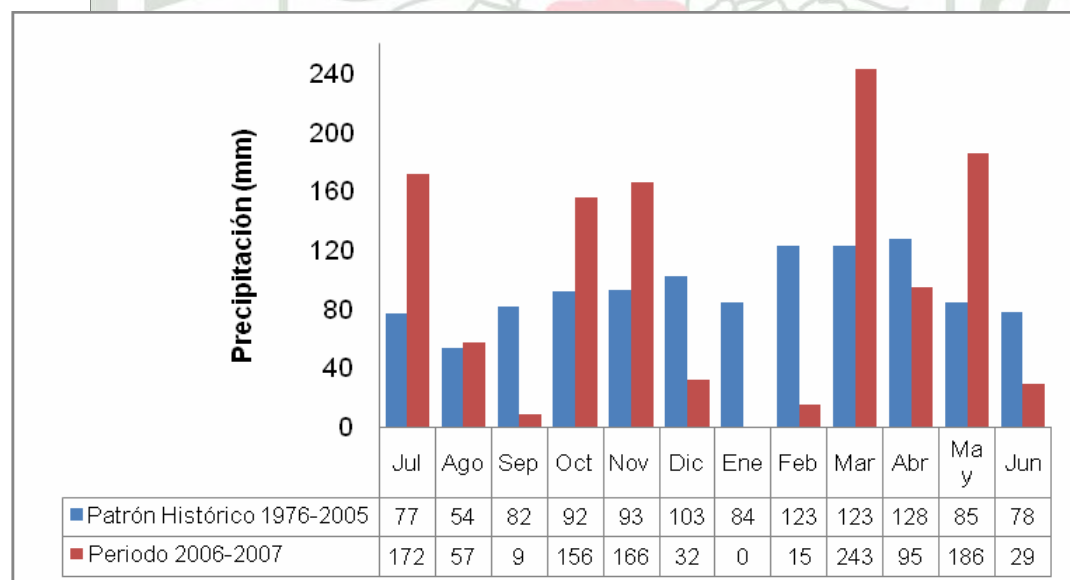


Figura N° 40: Precipitación del patrón histórico 1976-2005 versus los datos obtenidos de la precipitación durante el desarrollo del proyecto.

VI. DISCUSIÓN

6.1 Diámetro en la base del tallo

El análisis de varianza para el diámetro en la base del tallo, Anexo N° 10; reporta un coeficiente de determinación de 70,39 %, coeficiente de variabilidad de 3,91 %, promedio de 10,48 centímetros; índices estadísticos que se encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una significancia entre tratamientos.

Así mismo en la Figura N° 32, la prueba de Duncan, indica que el tratamiento **T3** (4 000 mm + 5 000 pl/ha), obtuvo el mayor diámetro con 11,009 cm., el tratamiento **T1** (2 000 mm + 5 000 pl/ha), **T4** (4 000 mm + 10 000 pl/ha) y el tratamiento **T2** (2 000 mm + 10 000 pl/ha) con 10,879 cm., 10,643 cm., 10,563 cm., respectivamente, son estadísticamente similares, pero no superiores al tratamiento **T3** y los tratamientos **T5** (5000 pl/ha – precipitación de la zona) y el tratamiento **T6** (10000 pl/ha – precipitación de la zona), obtuvieron menores diámetros con 10,140 cm. y 9,643 cm., tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

El mayor diámetro obtenido en el tratamiento **T3**, se otorga a la menor densidad de siembra y a un mayor volumen de agua suministrada. Cabe indicar que existe una estrecha relación a la respuesta del incremento y/o disminución del diámetro a la base del tallo Figura N° 35, a factores como densidad de siembra y disponibilidad de agua. Así lo menciona **Arroyo y Mora (1999)**, que en las plantaciones con mayor densidad, el inconveniente

es que la producción decae con el tiempo, por el sombreadamiento y también debido a la competencia entre plantas.

Estos resultados corroboran que la aplicación de riego, con cada uno de los volúmenes influye mucho en el diámetro de la base del tallo. **Moreno (1997)**, menciona que el tallo que se encuentra entre los 9 y 12 cm., permite determinar el momento de cosecha del palmito. Por otro lado la producción de palmito está en función de la densidad y al diámetro en la base del tallo, es consecuencia de dicha densidad, ambos son componentes del peso del palmito neto.

6.2 Altura planta

El análisis de varianza para la altura de planta, Anexo N° 11; reporta un coeficiente de determinación de 68,89%, un coeficiente de variabilidad 3,18 % y un promedio de 1,317 metros; índices estadísticos que se encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una significancia entre tratamientos.

Así mismo en la Figura N° 33, la prueba de Duncan, indica que los tratamientos, **T3**, **T2**, **T1** y **T4** obtuvieron mayor altura de planta con 1,359 m., 1,342 m., 1,340 m., 1,337 m. respectivamente, no diferenciándose estadísticamente entre ellos, pero sí de los tratamientos **T6** y **T5**, que obtuvieron las menores alturas de planta con 1,287 m., y 1,237 m., tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

6.3 Longitud de la hoja bandera

El análisis de varianza para longitud de hoja bandera, Anexo N° 12; reporta un coeficiente de determinación de 78,82%, coeficiente de variabilidad 4,085 %, promedio de 1,627 metros; índices estadísticos que se encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una alta significancia entre tratamientos.

Así mismo en la Figura N° 34, la prueba de Duncan, indica que los tratamientos, **T3**, **T4**, **T1** y **T2** obtuvieron mayor longitud de la hoja bandera con 1,752 m., 1,678 m., 1,669 m., 1,664 cm. respectivamente, no diferenciándose estadísticamente entre ellos, pero sí de los tratamientos **T6** y **T5**, que obtuvieron menor longitud de hoja bandera con 1,51 m., y 1,49 m., tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

Estos resultados nos demuestra que la longitud de la hoja bandera en los tratamientos son influenciados por la aplicación de los volúmenes de riego variando en el crecimiento y desarrollo del palmito, tal como lo menciona **Moreno (1997)**, que este parámetro es un indicador de cosecha puesto que el momento óptimo, es cuando esta hoja tiene una longitud entre 1,50 m. y 1, 80 m.

6.4 Longitud del palmito neto

El análisis de varianza para longitud de palmito neto, Anexo N° 13; reporta un coeficiente de determinación de 86,40 %, coeficiente de variabilidad de 10,50 %, promedio de 36,89 centímetros; índices estadísticos que se

encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una alta significancia entre tratamientos.

Así mismo en la Figura N° 35, la prueba de Duncan, indica que los tratamientos, **T3**, **T4**, **T1** y **T2** obtuvieron mayor longitud del palmito neto con 43,123 cm., 42,469 cm., 41,482 cm., 40,461 cm. respectivamente, no diferenciándose estadísticamente entre ellos, pero sí de los tratamientos **T5** y **T6**, que obtuvieron menor longitud del palmito neto con 27,5 cm., y 26,337 cm., tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

TCA (1996), menciona que la planta del pijuayo es exigente en agua, es necesario que disponga durante su estado vegetativo. Por su parte **Moreno (1997)**, menciona que, el crecimiento del palmito está relacionado con el crecimiento de la hoja bandera, permite determinar el momento óptimo de cosecha y así mismo obtener resultados para la longitud o palmitos esperados en rendimiento. Los resultados demuestran la influencia de la aplicación de riego en el crecimiento y desarrollo de la longitud del palmito, puesto que la función del agua en la planta, promueve el buen crecimiento produciendo palmito de calidad adecuada. Acercándose a los resultados obtenidos por **Vega (2005)**, quien reportó en el Pongo del Caynarachi; 44,44 y 44,22 centímetros; a densidades de 5 000 y 10 000 pl/ha respectivamente.

6.5 Diámetro superior del palmito neto

El análisis de varianza para diámetro superior del palmito neto, Anexo N° 14; reporta un coeficiente de determinación de 82,75 %, coeficiente de

variabilidad de 4,28 %, promedio de 2,17 centímetros; índices estadísticos que se encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una alta significancia entre tratamientos.

Así mismo la Figura N° 36, la prueba de Duncan, indica que los tratamientos, **T3, T1, T4 y T2** obtuvieron mayor diámetro superior del palmito neto con 2,332 cm., 2,294 cm., 2,238 cm., 2,205 cm. respectivamente, y los tratamientos **T5** con 1,983 cm. y el tratamiento **T6** con 1,94 cm. con menor diámetro superior, tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

TCA (1996), menciona que la planta del pijuayo es exigente en agua, es necesario que disponga durante su estado vegetativo. El diámetro superior del palmito neto está directamente proporcional a diámetro de la base del tallo, determinando los tratamientos correspondientes a la densidad de 5 000 plantas obtuvieron mayor valor de diámetro de tallo y al mismo tiempo mayor diámetro superior. Por su parte **Bogantes y Mora (1997)**, manifiestan que la demanda de palmito por el mercado, puede obligar a sembrar una menor densidad por área para satisfacer ese requisito de calidad. Sin embargo existen nichos de mercado, especialmente europeos cuya tendencia es hacia los palmitos delgados provenientes de altas densidades.

Con el parámetro diámetro a la base del tallo evaluado como menciona para la clasificación **Villachica (1994)**, se obtuvieron palmitos con diámetro

superior cuya categoría media, eso quiere decir que los palmitos están en el rango de industrialización para fines de exportación.

6.6 Diámetro inferior del palmito neto

El análisis de varianza para diámetro inferior del palmito neto, Anexo N° 15, reporta un coeficiente de determinación de 70,8 %, coeficiente de variabilidad de 5,57 %, promedio de 3,08 centímetros; índices estadísticos que se encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una significancia entre tratamientos.

Así mismo la Figura N° 37, la prueba de Duncan, indica que los tratamientos, **T3**, **T1**, obtuvieron mayor diámetro inferior con 3,3 cm., 3,24 cm., los tratamientos **T4**, **T2**, estadísticamente similares pero no superiores a los tratamientos **T3**, **T1**, con 3,2 cm., 3,1 cm., respectivamente, y los tratamientos **T5** con 2,88 cm. y el tratamiento **T6** con 2,77 cm. con menor diámetro inferior, tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

El diámetro inferior del palmito neto está directamente proporcional al diámetro superior estos resultados nos muestran la influencia de la aplicación de agua en el desarrollo de la hoja para la producción de palmito y también al diámetro de la base del tallo. Lo confirma **Villachica (1994)**, quien menciona al diámetro al momento de la cosecha, los tallos de palmito, se pueden agrupar en tres categorías: delgado, medio y grueso, sobresaliendo

en los resultados la categoría medio, quiere decir son palmitos óptimos para el enlatado, presentándose diámetro inferior para palmitos industrializables.

6.7 **Peso palmito neto**

El análisis de varianza para peso de palmito neto, Anexo N° 16, reporta un coeficiente de determinación de 81,97%, coeficiente de variabilidad 13,37 %, promedio de 131,652 centímetros; índices estadísticos que se encuentran entre los rangos aceptables según Calzada 1982. Reportándose una no significancia entre bloques y una alta significancia entre tratamientos.

Así mismo en la Figura N° 38, la prueba de Duncan, indica que los tratamientos, **T3**, **T4**, **T1** y **T2** obtuvieron mayor peso del palmito con 159,13 g., 154,99 g., 147,05 g., 139,83 g. respectivamente, no diferenciándose estadísticamente entre ellos, pero sí de los tratamientos **T5** y **T6**, que obtuvieron menor peso de palmito neto con 98,83 g. y 90,13 g., tratamientos en la cual no fueron suministrados volúmenes de riego.

Se observa que los tratamientos **T3**, **T4**, **T1**, **T2** no tienen diferencia significativa para peso del palmito neto, en gramos, para los tratamientos que recibieron riego, pues nos indica el efecto que tiene este, debido a los volúmenes 2 000 mm y 4 000 mm de aplicación, por estar en el rango de disposición de la planta; puesto que son aprovechados por la planta permitiendo la producción y rendimiento. Las precipitaciones registradas en los tratamientos testigos **T5** y **T6** no fueron lo suficientemente significativa para poder desarrollarse y crecer adecuadamente porque el pijuayo para

palmito se desarrolla entre 1 700 y 4 000 mm/año **TCA (1996)**. Con respecto a las densidades de 5 000 plantas/ha y 10 000 plantas/ha, con el mismo volumen de agua, se observa que con la primera densidad el rendimiento de palmito en gramos por planta fue mayor, presentando así el tratamiento **T3** (4 000 mm + 5 000 pl/ha), con 159,13 g. Estos resultados coinciden con **Zamora (1985)**, quien reportó el aumento del rendimiento de palmito en gramos por planta conforme aumenta la densidad de siembra en las parcelas con hileras separadas cada 2,0 m. ($2 \times 1 = 5\ 000$ pl/ha), **Chumbimune (1994)**, menciona también que el rendimiento del palmito industrializable por tallo, es mayor en las parcelas de menor densidad. La segunda densidad el rendimiento fue menos, presentado en el tratamiento **T4** (4000 mm + 10 000 pl/ha) con 154,99 g., este resultado es probablemente por la competencia de agua y nutrientes. Similar comportamiento tuvieron los tratamientos **T1** (2 000 mm + 5 000 pl/ha) y **T2** (2 000 mm + 10 000 pl/ha), donde la densidad de 5 000 pl/ha, con 147, 05 g. supera a la densidad de 10 000 pl/ha que rindió 139, 83 g. respectivamente.

Estos rendimientos son inferiores a los reportados por **Vega (2005)**, quien reportó en el Pongo del Caynarachi; 197,56 g., 186,26 g. a densidades de 5 000 y 10 000 pl/ha respectivamente, pero superiores a los obtenidos por **Chumbimune (2004)**, en Iquitos que con 10 000 pl/ha logró 112 g. Los tratamientos **T4** (4 000 mm + 10 000 pl/ha) y **T2** (2 000 mm + 10 000 pl/ha), con mayor densidad, determinan la producción por unidad de área, puesto que generan mas números de plantas por hectárea.

6.8 Patrón histórico versus datos registrados durante el desarrollo del proyecto

Según la Figura N° 40, nos muestra la comparación entre la precipitación total mensual del Patrón histórico, periodo 1976-2005, Anexo N° 9, versus los datos de la precipitación total mensual, registrada durante la ejecución del proyecto, Anexo N° 8, en donde se observa un exceso de la precipitación registrada a partir del mes de julio 2006 de 95 mm, en el mes de agosto se observó un ligero exceso de 3 mm de precipitación, con relación al patrón histórico; sin embargo, en el mes de setiembre la precipitación obtenida registró una deficiencia de 73 mm. En octubre y noviembre se registró un exceso de 64 mm y 73 mm, en diciembre se registró una deficiencia de 71 mm. En el año 2007 en el mes de enero se registró trazas de precipitación, en el mes de febrero se obtuvo una deficiencia de 108 mm, en marzo un exceso con un valor de 120 mm, en abril disminuye la precipitación en un valor de 33 mm, en mayo se encuentra el exceso con un valor de 101 mm y finalmente en junio se registró una deficiencia de 49 mm., en resumen los datos de la precipitación total mensual registrada durante el presente experimento fueron muy variables, registrándose excesos y deficiencias de precipitación.

Con relación a las campañas de siembra julio-agosto que corresponde a la campaña chica se registró un exceso de la precipitación de 98 mm, en la campaña grande que corresponde de enero-febrero-marzo se registró una deficiencia de 72 mm.

Se indica así mismo, que los meses que requirieron riego complementario fueron en el año 2006: setiembre y diciembre, en el 2007: enero, febrero y junio, es importante destacar que en los meses de enero y febrero del 2007 la precipitación no fue significativo, estos meses fueron resultados del cambio climático.



VII. CONCLUSIONES

- 7.1** El riego complementario provocó resultados positivos en la producción de pijuayo para palmito, encontrándose rendimientos en peso neto de 159,13 g y 154,99 g. en los tratamientos **T3** (4 000 mm + 5 000 pl/ha), y **T4** (4 000 mm + 10 000 pl/ha).
- 7.2** El volumen de agua de 4000 mm; fue el que mostró mayor aumento en la producción; sin mucha diferencia entre los tratamientos **T3** y **T4**, encontrándose los mayores valores promedio por planta con el tratamiento **T3**.
- 7.3** En la producción de pijuayo para palmito; mediante riego complementario, el tratamiento **T4** (4 000 mm + 10 000 pl/ha), fue el que ha presentado mejor respuesta en la primera cosecha, en términos de rendimiento de 1 722.11 kg/ha/año de palmito neto respectivamente.
- 7.4** Los testigos **T5** y **T6** no tuvieron los rendimientos esperados, debido a la precipitación dada que fue de 1 268,96 mm.
- 7.5** Las precipitaciones obtenidas durante la ejecución del presente trabajo, fueron muy variables con relación al patrón histórico de las precipitaciones (1976-2005). Según esta apreciación los meses que necesitaron riego complementario fueron: setiembre y diciembre en el año 2006 y enero, febrero, junio en el año 2007, respectivamente.

7.6 Debido a la variancia ínter diaria de las precipitaciones, es posible de que un día o en el transcurso de una semana se hayan registrado precipitaciones muy significativas, dando un resultado general de un mes, como consecuencia de esta variación, se realizó el riego complementario en todos los meses del desarrollo del proyecto.

7.7 Los resultados obtenidos muestran claramente las ventajas del riego complementario como una herramienta para obtener rendimientos en zonas donde las precipitaciones son muy bajas.



VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** Desarrollar trabajos de investigación en riego tecnificado, para determinar el requerimiento de consumo hídrico en pijuayo para palmito en cada etapa fenológica., así mismo, adoptar metodologías para optimizar su diseño, ejecución, costos y análisis de inversión en zonas de escasa precipitación.
- 8.2** Se recomendaría realizar estrategias de riego en el pijuayo para palmito; como momentos y láminas de riego en función a un balance hídrico, teniendo en cuenta la demanda de agua (evapotranspiración de referencia o potencial), necesidades de agua del cultivo según valores climáticos (temperatura y radiación solar), estado fenológico y lluvias efectivas en mm.

IX. RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Riego complementario por el método de surcos en la producción de pijuayo (*bactris gasipaes* Kunth.) para palmito en el sector Achual-Morales, fue realizada en el Campo Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP, sector Achual en el Distrito de Morales, entre los meses de Julio del 2006 a Julio 2007. Con la finalidad de determinar el volumen de riego complementario en función a la densidad, empleando surcos para la producción de palmito, así mismo, evaluar su comportamiento y comparar con testigos regados exclusivamente con precipitación de la zona. Se utilizó un DBCA, poniendo a prueba el suministro de volúmenes de riego (precipitación natural, 2 000 y 4 000 mm/año), sometidos a diferentes densidades de siembra (5 000 y 10 000 pl/ha). Los parámetros evaluados fueron: diámetro a la base del tallo, altura de planta a la cosecha, longitud de la hoja guía, longitud del palmito neto, diámetro superior, diámetro inferior y peso del palmito neto. Además, se comparó el patrón histórico de las precipitaciones registradas en el periodo 1976-2005, con las precipitaciones registradas durante el desarrollo del proyecto. El riego complementario en la producción de pijuayo para palmito, produjo rendimiento de 159,13 g y 154,99 g. en los tratamientos T3 y T4, el volumen de 4 000 mm/año, mostró mayor aumento en la producción independientemente de la densidad, lográndose así, mejores resultados en los parámetros evaluados. La precipitación total 1 268,96 mm., registrada durante el experimento versus el patrón histórico, fueron variables por acción del cambio climático. El valor de esta investigación incide en la contribución como opción para manejar el cultivo de pijuayo para palmito en zonas de escasa precipitación, pero con riego complementario y producir con miras a la industria y también a la exportación.

X. SUMMARY

The present research of work entitled "Supplementary Irrigation by furrows the method of production pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.). for Palmito in the sector Achual-Morales, was conducted in the Experimental grounds Institute of the Peruvian Amazon IIAP, Achual sector in the District of Morales, during the period July 2006 to July 2007. In order to determine the volume of irrigation according to the density using furrows for the production of palm, and also evaluate and compare their behavior with witnesses watered exclusively with precipitation in the area. We used a DBCA by testing the delivery of volumes of irrigation (natural rainfall, 2 000 and 4 000 mm / year), subject to various densities (5 000 and 10 000 pl / ha). The parameters evaluated were: diameter at the base of the stem, plant height at harvest, length of the blade guide, length palmito net top diameter, bottom diameter and weight of palmito net. Moreover, comparing the historical pattern of rainfall recorded in the period 1976-2005, with precipitation during the project. The irrigation in the production of pijuayo for palmito produced yield 159.13 g 154.99 g in treatments T3 and T4, the amount of 4 000 mm / year, showed the greatest increase in production regardless of the density, thus achieving better results in the parameters. Total precipitation 1 268.96 mm., Recorded during the experiment versus the historical pattern were variables per share of climate change. The value of this research impact on the contribution as an option to handle the growing pijuayo for palmito in areas of low rainfall, but irrigation and produce for the industry and also for exportation.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGM-620. 2005. Instrumental Meteorológico, Precipitación. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Publicado en Internet. www.colpos.mx/agm/instru/agm620p08b.ppt (Accesado Enero 2006).
2. Arroyo, O. C. y Mora, U. J. 1999. Informe de Rendimiento de Palmito. Proyecto Producción en Pejibaye. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 120-121 pp.
3. Berlijin, J. D. y Brouwer, C. 1991. Riego y Drenaje. Manuales para Educación Agropecuaria. 18-24 p.
4. Bogantes, A. y Mora, U. J. 1997. Densidades de siembra para la producción de palmito. Curso Internacional del Cultivo de Pijuayo para Palmito. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 107-110 pp.
5. Bovi, M. L. A.; Godoy, G. y Saes, L. A. 1987. Pesquisas com os generos Euterpe y Bactris no Instituto Agronomico de Campinas. En Palmito, 1° Encuentro Nacional de Pesquisadores. ANAIS, EMBRAPA, Curitiba, Brasil. 1-13 pp.

6. Calzada, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 p.
7. Chala, V. H. 1993. Evaluación de ocho densidades de siembra de *Bactris gasipaes* K. para la producción de palmito en la Región Amazónica Ecuatoriana. IDIAP. Ecuador. In Cuarto Congreso Internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 255-226 pp.
8. Córdoba, S. I. 1995. Estudio sobre el efecto del empaque y la inmersión en la conservación de palmito fresco. Tesis de licenciatura en Tecnología de Alimentos.
9. Chumbimune, R. 1994. Comparativo de cinco densidades de siembra de Pijuayo para palmito. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima Perú. 28 p.
10. Clement, C. R. 1988. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*), Past and present. Advances in Economic Botany. 155-174 pp.
11. Clement, C. R. 1993. Pejibaye. Selected species and strategies to enhance income generation from amazonian forests. 92-107 pp.

12. Dirección de Producción Agraria San Martín, DPA-SM 2005.
"Diagnóstico de la Cadena Agroproductiva del Pijuayo para Palmito en la Región San Martín" – San Martín, 2005 7p.
13. Federación de algodóneros de Colombia, FEDEALGO 1987. "Bases Técnicas para el cultivo del algodónero, Manejo Integrado, Métodos de Riego, Fertilización en Colombia" – Bogotá, Colombia, 1987. 21-22 pp.
14. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, FONAIAP 2000. El palmito de pijiguao en la Amazonía Venezolana: Aprovechamiento del palmito. Ríos Autana y Sipapo. Venezuela. 4 p.
15. Gurovich, R. L. A. 1999. Riego Superficial Tecnificado. 2^{da} Edición. Universidad Católica de Chile. 23 p.
16. Hernández, 1994. "Palmito, sistema de cultivo del pijuayo para palmitos, en Uchiza-Perú", Manual técnico, proyecto AD/PER/759-UNCP-OSP, PNUD. 23 p.
17. Hansen, I. 1965. Principios y Aplicaciones del Riego. Universidad del Estado de UTAH, LOGAN, Barcelona, Buenos Aires, México. 2^{da} Edición. 36 p.

18. Mora, M. J. 1998. Riego y Comparación Económica de diferentes sistemas AQUA Internacional de *Bactris gasipaes* Costa Rica. 14-15 pp.
19. Mora, U. J. 1983. Diversidad genética, Origen y Domesticación. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica. 21-29 pp.
20. Mora, U. J. 1997. Peach Palm *Bactris gasipaes* Kunth. International Plan Genetic Resources Institute. Roma. Italia. 25-72 pp.
21. Moreno, S. C. 1997. Proyecto de Desarrollo Integral PDI AECI-GRL, Cosecha de Pijuayo para Palmito. Iquitos-Nauta. Serie Divulgativa Agrícola. Iquitos. 5 p.
22. Mora, U. J. 1999. Densidades de Siembra. Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica. 107-109 pp.
23. Navarro, V. M. A. 2006. Irrigação e Drenagem. Centro de Estudos Tecnológicos Avanzados. CENTEC. Brasil. Sin publicar.
24. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Dirección Regional de San Martín, SENAMHI 2006. Precipitación total mensual (mm) Periodo: 1976 – 2005.

25. Tratado de Cooperación Amazónica, TCA. 1996. Cultivo del Pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para Palmito en la Amazonía. UNDP, IDE-Banco Mundial, FAO, IIAP. Lima-Perú. 63 p.
26. Vega, D. 2005. Artículo Técnico. Comportamiento de *Bactris gasipaes* “pijuayo” para palmito en plantaciones de altas densidades, en San Martín. Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. IIAP San Martín. 12 p.
27. Vélez, O. A. Y.; Herrera, Q. H. A. 2002. Cartilla del Observador Meteorológico. Proyecto CERES SCOOL. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Publicado en Internet. http://abaco.unalmed.edu.co/observadores/pdf_talleres/pluviometro.pdf (Accesado Enero 2006).
28. Villachica, H. 1994. Investigación y desarrollo de sistemas sostenibles para frutales nativos amazónicos. Informe Técnico N° 29. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 39 p.
29. Zamora, C. 1985. Densidades de Siembra de Pijuayo para Palmito con tallo simple. IV Congreso Internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 75, 78 pp.



ANEXOS





Fig. N° 45: Tallo de palmito cosechado



Fig. N° 46: Palmito industrial



Fig. N° 47: Estados de desarrollo de las hojas guía y de los palmitos correspondientes.